

DERWENT-ACC-NO: 2000-049361

DERWENT-WEEK: 200101

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Vacuum state control method for  
display panel  
manufacture - involves controlling  
vacuum state between electron source board and light  
emission display board using exhaust gas

INVENTOR: IWASAKI, T; TABATA, I

PATENT-ASSIGNEE: CANON KK[CANO]

PRIORITY-DATA: 1998JP-0042187 (February 24, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	MAIN-IPC
JP 11312467 A		November 9, 1999	N/A
033	H01J 009/44		
US 6149480 A		November 21, 2000	N/A
000	H01J 009/42		
JP 3054137 B2		June 19, 2000	N/A
033	H01J 009/44		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
JP 11312467A	N/A	
1999JP-0040382	February 18, 1999	
US 6149480A	N/A	
1999US-0255841	February 23, 1999	
JP 3054137B2	N/A	
1999JP-0040382	February 18, 1999	
JP 3054137B2	Previous Publ.	JP 11312467
N/A		

INT-CL (IPC): H01J009/02, H01J009/39 , H01J009/42 ,  
H01J009/44

RELATED-ACC-NO: 2000-509760

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 11312467A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The electron source board and a light emission display board are arranged opposing each other with a predetermined gap in between. Vacuum state is controlled between an electron source board and a light emission display board using exhaust gas or getter. DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for manufacturing apparatus for display panel.

USE - For controlling vacuum state between electron source board and light emission display board in display panel used for image forming apparatus.

ADVANTAGE - Avoids element degradation accompanied by desorption of gas molecules from panel construction element. Avoids point defect, line defect etc of display. Stable display is obtained without requiring to control vacuum at high temperature.

ABSTRACTED-PUB-NO: US 6149480A

EQUIVALENT-ABSTRACTS:

NOVELTY - The electron source board and a light emission display board are arranged opposing each other with a predetermined gap in between. Vacuum state is controlled between an electron source board and a light emission display board using exhaust gas or getter. DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for manufacturing apparatus for display panel.

USE - For controlling vacuum state between electron source board and light emission display board in display panel used for image

forming apparatus.

ADVANTAGE - Avoids element degradation accompanied by desorption of gas molecules from panel construction element. Avoids point defect, line defect etc of display. Stable display is obtained without requiring to control vacuum at high temperature.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/30

TITLE-TERMS: VACUUM STATE CONTROL METHOD DISPLAY PANEL  
MANUFACTURE CONTROL  
VACUUM STATE ELECTRON SOURCE BOARD LIGHT EMIT  
DISPLAY BOARD EXHAUST  
GAS

DERWENT-CLASS: V05

EPI-CODES: V05-L05D1;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2000-038730

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-312467

(43) 公開日 平成11年(1999)11月9日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

H 0 1 J 9/44  
9/02

識別記号

F I

H 0 1 J 9/44  
9/02

A  
E

審査請求 有 請求項の数20 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願平11-40382

(22) 出願日 平成11年(1999)2月18日

(31) 優先権主張番号 特願平10-42187

(32) 優先日 平10(1998)2月24日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 田畑 泉

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72) 発明者 岩崎 達哉

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

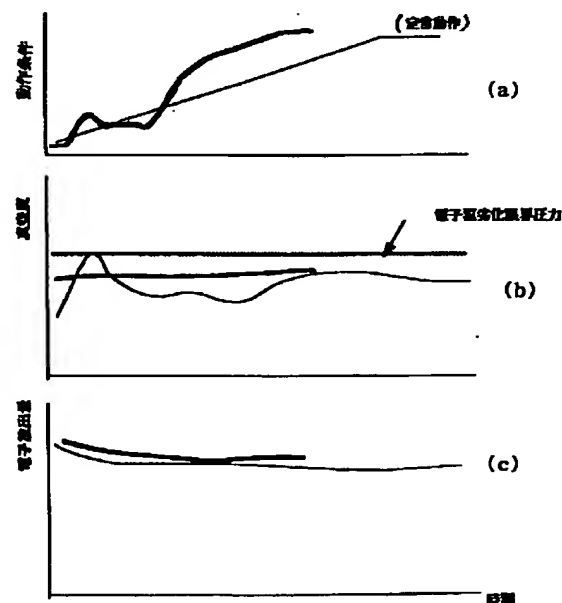
(74) 代理人 弁理士 若林 忠 (外4名)

(54) 【発明の名称】 画像形成装置の製造方法及び製造装置

(57) 【要約】

【課題】 パネル構成部材からのガス分子の脱離に伴う素子劣化を回避する信頼性の高い画像形成装置の製法及びそれに用いる製造用装置を提供すること。

【解決手段】 電子放出素子を有する電子源の多数を配列した電子源基板と、真空部を介してこれと対向して設けられた発光表示板とを有する画像形成装置を製造する際に、その真空部の真空状態を排気ないしはゲッターにより維持した状態で該真空部内をエージング処理するエージング工程を行い、かつこのエージング工程を画像形成装置の駆動デューティーを徐々に大きくする駆動デューティー制御により行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電子放出素子を有する電子源の多数を配列した電子源基板と、該電子源基板と真空部を介して対向して設けられた発光表示板と、を有する画像形成装置の製造方法において、

該真空部の真空状態を排気ないしはゲッターにより維持した状態で該真空部内をエージング処理するエージング工程を有し、該エージング工程は、該画像形成装置の駆動デューティーを徐々に大きくする駆動デューティー制御により行われることを特徴とする画像形成装置の製造方法。

【請求項2】 前記駆動デューティー制御が、前記電子源の駆動周波数を一定とし、時間の経過とともに前記電子源の駆動パルス幅を最大パルス幅（ $P_{max}$ ＝画像表示駆動周波数周期／走査線本数）まで徐々に大きくする制御である請求項1に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項3】 前記駆動デューティー制御が、前記電子源の駆動パルス幅を一定とし、時間の経過とともに前記電子源の駆動周波数を徐々に大きくする制御である請求項1に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項4】 前記駆動デューティー制御が、時間の経過とともに前記電子源の駆動素子数を大きくする制御である請求項1に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項5】 前記真空部内の真空度を真空計により検知し、検知された真空情報に基づいて前記駆動デューティー制御が行われる請求項1～4に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項6】 電子放出素子を有する電子源の多数を配列した電子源基板と、該電子源基板と真空部を介して対向して設けられた発光表示板と、を有する画像形成装置の製造方法において、

該真空部の真空状態を排気ないしはゲッターにより維持した状態で該真空部内をエージング処理するエージング工程を有し、

該エージング工程は、該画像形成装置の駆動デューティーを徐々に大きくする駆動デューティー制御により行われ、かつ前記真空部内の真空度を真空計により検知し、検知された真空情報に基づいて前記駆動デューティー制御が行われることを特徴とする画像形成装置の製造方法。

【請求項7】 前記駆動デューティーの制御が、前記真空計で検知された該真空部の全圧に基づいて行われ、該制御は該全圧が規定全圧以下の場合には電子源駆動パルス幅、駆動電圧、駆動周波数及び駆動素子数の少なくとも1項を大きくするという第1の制御方式と、該全圧が規定全圧以上の場合には電子源駆動パルス幅、駆動電圧、駆動周波数及び駆動素子数の少なくとも1項を小さくする、もしくは維持するという第2の制御方式とに基づいて行われる請求項5または6に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項8】 前記規定全圧が $10^{-6}$ Torr以下である請求項7に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項9】 前記規定全圧が $10^{-8}$ Torr以下である請求項7に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項10】 前記駆動デューティーの制御が、前記真空部の $H_2O$ 分圧に基づいて行われ、該制御は該 $H_2O$ 分圧が規定 $H_2O$ 分圧以下の場合には電子源駆動パルス幅、駆動電圧、駆動周波数及び駆動素子数の少なくとも1項を大きくするという第1の制御方式と、

該 $H_2O$ 分圧が規定 $H_2O$ 分圧以上の場合には電子源駆動パルス幅、駆動電圧、駆動周波数及び駆動素子数の少なくとも1項を小さくする、もしくは維持するという第2の制御方式とに基づいて行われる請求項5または6のいずれかに記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項11】 前記規定 $H_2O$ 分圧が $10^{-7}$ Torrである請求項10に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項12】 前記規定 $H_2O$ 分圧が $10^{-11}$ Torr以下である請求項10に記載の画像形成装置の製造方法。

20 【請求項13】 前記駆動デューティーの制御が、前記真空部の $O_2$ 分圧に基づいて行われ、

該制御は該 $O_2$ 分圧が規定 $O_2$ 分圧以下の場合には電子源駆動パルス幅、駆動電圧、駆動周波数及び駆動素子数の少なくとも1項を大きくするという第1の制御方式と該 $O_2$ 分圧が規定 $O_2$ 分圧以上の場合には電子源駆動パルス幅、駆動電圧、駆動周波数及び駆動素子数の少なくとも1項を小さくする、もしくは維持するという第2の制御方式とに基づいて行われる請求項5または6に記載の画像形成装置の製造方法。

30 【請求項14】 前記規定 $O_2$ 分圧が $10^{-7}$ Torr以下である請求項13に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項15】 前記規定 $O_2$ 分圧が $10^{-10}$ Torr以下である請求項13に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項16】 前記電子放出素子のフォーミング工程、活性化工程及び安定化工程の後に、前記エージング工程が行われる請求項1～15のいずれかに記載の画像形成装置の製造方法。

40 【請求項17】 前記電子放出素子が、はしご状に配置された電子源と、情報信号により各素子から放出される電子線を制御する制御電極を有する請求項16に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項18】 前記電子放出素子が単純マトリクス配置された電子源を有する請求項16に記載の画像形成装置の製造方法。

【請求項19】 複数の電子放出素子を配列した電子源基板と、該電子源基板と真空部を介し対向して設けられた発光表示板とを有する画像形成装置の製造装置において、

該真空部を排気する排気手段と、  
50 該真空部内の真空度を測定する真空計と、

該電子源を駆動する電子源駆動装置と、前記電子放出素子からの電子線の加速に用いるアノード電源とを有することを特徴とする画像形成装置の製造装置。

【請求項20】 前記真空計により検知した真空度に関する情報に基づいて電子源駆動条件もしくはアノード電圧を制御する機能を有する請求項19に記載の画像形成装置の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、(表面伝導型)電子放出素子を用いた画像形成装置の製造方法及び製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、電子放出素子としては大別して熱電子放出素子と冷陰極電子放出素子を用いた2種類のものが知られている。冷陰極電子放出素子には電界放出型(以下、「FE型」という。)、金属/絶縁層/金属型(以下、「MIM型」という。)や表面伝導型電子放出素子等がある。

【0003】FE型の例としてはW. P. Dyke & W. W. Dolan, "Field emission", Advance in Electron Physics, 8, 89 (1956)、あるいはC. A. Spindt, "PHYSICAL Properties of thin-film field emission cathodes with molybdenum cones", J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976) 等に開示されたものが知られている。MIM型の例としてはC. A. Mead, "Operation of Tunnel-Emission Devices", J. Apply. Phys., 32, 646 (1961) 等に開示されたものが知られている。表面伝導型電子放出素子型の例としては、M. I. Elinson, Radio Eng. Electron Phys., 10, 1290, (1965) 等に開示されたものがある。

【0004】表面伝導型電子放出素子は、基板上に形成された小面積の薄膜に、膜面に平行に電流を流すことにより、電子放出が生ずる現象を利用するものである。この表面伝導型電子放出素子としては、前記エリンソン等によるSnO<sub>2</sub>薄膜を用いたもの[M. I. Elinson, Radio Eng. Electron Phys., 10, 1290, (1965)]、Au薄膜によるもの[G. Dittmer: "Thin Solid Films", 9, 317 (1972)]、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SnO<sub>2</sub>薄膜によるもの[M. Hartwell and C. G. Fonstad: "IEEE Trans. ED Conf.", 519 (1975)]、カーボン薄膜によるもの[荒木久 他: 真空、第26巻、第1号、22頁(1983)]等が報告されている。

【0005】上述の表面伝導型電子放出素子は、構造が単純で製造も容易であることから、大面積にわたり多数素子を配列形成できる利点がある。そこで、この特徴を

生かせるようないろいろな応用が研究されている。例えば、荷電ビーム源、表示装置等への応用があげられる。多数の表面伝導型電子放出素子を配列形成した例としては、後述する様に、並列に表面伝導型電子放出素子を配列し、個々の素子の両端を配線(共通配線とも呼ぶ)で、それぞれ結線した行を多数行配列した電子源があげられる(例えば、特開昭64-031332号公報、特開平1-283749号公報、特開平2-257552号公報等)。

【0006】一方、表示装置等の画像形成装置においては、近年、液晶を用いた平板型表示装置がCRTに替わって普及してきたが、自発光型でないためにバックライトを持たなければならない等の問題点があり、自発光型の表示装置の開発が望まれてきた。自発光型表示装置としては、表面伝導型電子放出素子を多数配置した電子源と電子源より放出された電子によって可視光を発光せしめる蛍光体とを組み合わせた表示装置である画像形成装置があげられる(例えば、USP5066883)。

【0007】従来の平板型画像形成装置の製法の一例を図28に示す。電子源基板及び発光表示板をそれぞれ作成後、組み立て工程を経て、電子源基板と発光表示板との間に形成された領域に真空排気を施し、必要ならば脱ガス工程としてベーキングを行い、さらに封止、ゲッターフラッシュを行う工程によって画像形成装置の製造が行われる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記の平板型画像形成装置は、複数の電子放出素子を配列した電子源基板と蛍光体等が配された発光表示板とが真空部を介して対向して配置された構成を有する。上記画像形成装置は、走査信号及び変調信号を電子源基板に印加することにより各電子放出素子から電子を放出させ、発光表示板に印加した数kV以上のアノード電圧Vaにより該電子を加速し、蛍光体に衝突させて発光させることで画像を表示する。

【0009】ところが、このような平板型表示装置では、動作初期において、著しい輝度低下や、表示に点欠陥やライン欠陥を生じる事があった。これらの輝度低下や欠陥生成の原因の一つは、動作に伴い、発光表示板に配される蛍光体、メタルバック及び電子源基板に配される配線、電極、電子放出素子などのパネル構成部材からのガス分子の脱離によるガス発生(脱ガス)が生じ、このガスの発生による真空悪化に起因した電子放出素子の特性劣化が生じることにある。

【0010】このような真空悪化の対策として、「真空排気能力をあげること」や、「各パネル構成部材からの脱ガス量を低減すること」が考えられる。

【0011】前者の対策としては、十分な量のゲッターを配置することが挙げられる。従来のCRT等の表示装置内部を真空にする表示装置においては、ゲッターにより十分な真空維持を行うことができた。ところが、上記平板型表示装置の場合には、表示装置内の真空部容積が小

さいため、ゲッターからの排気コンダクタンスが不十分となり、特に表示装置内の局所的な脱ガスに対して十分な排気が行えないという課題があった。

【0012】後者の対策としては、従来、高温の真空排気ベークプロセスを行うことにより、パネル構成部材からの脱ガス量の低減がはかられてきた。ところが、通常の数100℃のベークでは不十分であり、上記課題に対して本質的な解決策とならない場合がある。また、更に高温のベークについては、表示装置に用いる部材として高温の真空ベークに耐えられない部材、つまり化学反応、合金化、薄膜の凝集等が生じる部材およびその組み合わせを用いることができなくなるため、表示装置の構成上の制約が大きくなり、望ましくない。

【0013】また、配線・電極・電子放出素子などのパネル構成部材からの脱ガス制御としては、発光表示板に印加するアノード電圧を徐々に上げる手法や、電子源駆動電圧を徐々に上げたりすることにより画像形成装置内の真空雰囲気制御する方法がある（例えば、特開平9-213224号公報）が、画像形成装置内で生じる脱ガス量をさらに細かく制御することが望ましい。

【0014】本発明は以上述べた各種事項に鑑みなされたものであり、その目的は、パネル構成部材からのガス分子の脱離に伴う素子劣化を回避する信頼性の高い画像形成装置の製法及びそれに用いる製造用装置を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明の画像形成装置の製造方法は、電子放出素子を有する電子源の多数を配列した電子源基板と、該電子源基板と真空部を介して対向して設けられた発光表示板と、を有する画像形成装置の製造方法において、該真空部の真空状態を排気ないしはゲッターにより維持した状態で該真空部内をエージング処理するエージング工程を有し、該エージング工程は、該画像形成装置の駆動デューティーを徐々に大きくする駆動デューティー制御により行われることを特徴とする。

【0016】この駆動デューティー制御によるエージングは真空部内の真空状態を真空計でモニターし、得られた真空度に関する情報をフィードバックすることでより確実に行うことができる。そこで、本発明の画像形成装置の製造装置は、複数の電子放出素子を配列した電子源基板と、該電子源基板と真空部を介して対向して設けられた発光表示板とを有する画像形成装置の製造装置において、該真空部を排気する排気手段と、該真空部内の真空度を測定する真空計と、該電子源を駆動する電子源駆動装置と、前記電子放出素子からの電子線の加速に用いるアノード電源とを有することを特徴とする。

【0017】本発明によれば、画像形成装置の製造工程中に上記のエージング工程を導入したことで、構成部材からのガス分子の脱離に伴う素子劣化や真空放電を抑制

することができ、点欠陥、ライン欠陥等の発生を抑制あるいは低減させ、歩止りの向上が図れる。また、動作初期の劣化を抑制することができるため、高輝度で安定な表示の画像形成装置を実現できる。更に、本発明においては、特に、高温の真空ベークプロセスを行わずとも、上記効果を達成できる利点がある。

【0018】本発明の画像形成装置の製法は、図22に示すように、電子源基板及び発光表示板を作成後、組み立て工程を経て、真空排気、ベーク、封止、ゲッタフラッシュに引き続き、「エージング工程」と称する脱ガス工程を行い、この脱ガス工程を駆動デューティー(Duty)を徐々に上げる制御により行う点に特徴がある。ここで、電子源基板に配置される電子放出素子として表面伝導型電子放出素子を用いる際には、図23のようにフォーミング、活性化、安定化工程等が適宜行われる。また、図22、23では封止工程の後に、エージング工程を記してあるが、逆にエージング後に封止を行ってもよい。

【0019】さて、先の述べたように、画像形成装置を動作すると、電子線照射や熱にともないパネル構成部材から相当量の脱ガスによるガス発生が生じる。過度なガス発生が生じ、著しい真空度の悪化が生じた場合には、電子放出素子の特性劣化にともなう輝度低下や、表示に点欠陥やライン欠陥を生じるという課題があった。

【0020】本発明者が鋭意検討したところ、動作時の脱ガス量は、画像形成装置の構成やエージング以前の工程等により異なるが、その変化には以下に示すような特徴があることがわかった。

(特徴①) 図24に示すように、定性的に、駆動デューティーを構成し得る要件、例えば画像形成装置の駆動電圧 $V_f$ 、駆動パルス幅が大きいときや駆動素子数が多い時に、脱ガス量が多い傾向がある。

(特徴②) 同一の条件で動作し続けた場合、脱ガス量は、図25に示すように動作初期に多く、動作時間とともに減少する傾向がある。

【0021】前者は脱ガス量が単位時間に電子源から放出される電子量もしくは発光表示板に入射する電子量に依存することを示している。後者は、脱ガス量は総量として限りがあり、以下に示す脱ガス工程を施すことにより、最終的には十分脱ガス量の小さい画像形成装置とすることができることを意味する。

【0022】これらの特徴を鑑み、本発明では、エージング工程が、画像形成装置内を排気装置により真空排気を行いながら、もしくは画像形成装置内に設置されたゲッターが排気能力を有する状態において、時間の経過とともに駆動デューティーを大きくする駆動デューティー制御により行われる。

【0023】ここで、駆動デューティーとは、先の特徴①に記した、単位時間に電子源から放出される電子量、もしくは発光表示板に入射する電子量、に寄与する画像

表示装置の動作条件である。すなわち、駆動デューティーが大きいとは、駆動パルス及び駆動周波数の少なくとも1つが大きいことや、駆動素子数が多いことをさす。また、これらの条件に付加的に、必要に応じてアノード電圧Va、駆動電圧Vf及びグリッド電圧等の少なくとも1種を上げる操作を併用することができる。なお、真空計によって真空部のモニターを行う場合は、アノード電圧Va、駆動電圧Vf、グリッド電圧、駆動パルス、駆動周波数及び駆動素子数の少なくとも1つを選択して駆動デューティーの制御を行うこともできる。

【0024】また、ここで言う「時間の経過とともに駆動デューティーを大きくする」は、長い時間経過でみて駆動デューティーが大きい方向に制御されていればよく、短い時間において一時的に小さくする方向に制御することや一時的にエージングを停止することなどとしてもよい。

【0025】このエージング法の作用について、図29、30を参照して以下に説明する。従来は、図29に示すように動作初期から駆動デューティーの大きい動作を行うことにより(図29(a))、真空度の著しい悪化が生じ(図29(b))、真空放電や電子放出素子の著しい劣化を生じていた(図29(c))。一方、本発明におけるエージング法によれば、図30(例えば図30(b))に示すように、駆動デューティーの小さい、すなわち脱ガス量の少ない初期動作条件から動作を開始し、時間の経過につれて脱ガス量が少なくなるのに応じて、駆動デューティーの大きい動作条件へと動作条件を制御/変更し、真空度の著しい悪化を回避して、最終的には定常動作に到達することができる。すなわち、本発明のエージング工程における制御された脱ガス手法を用いることにより、各部材より十分な脱ガスを促しつつ、電子放出素子の劣化や真空放電を起すような、真空度の著しい悪化を抑制、回避して、定常動作に到達することを可能にするのである。

【0026】さらに、後に詳述するように、上記エージング工程は、真空計により画像形成装置内の真空部の真空度を検知し、その真空度をもとに上記画像形成装置の動作条件を制御して行うことにより、より信頼性が高い工程となり、また、比較的短時間で実施可能となる。このようなエージング工程により、最終的な定常動作まで可能となった表示装置は、その後の定常駆動においても安定した画像を表示することができる。

【0027】なお、本発明におけるエージング工程の手法は、表面伝導型をはじめ、FE型及びMIM型電子放出素子を搭載した画像形成装置に適用可能である。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、まず本発明の画像形成装置の製法の特徴的な工程である、「エージング工程」について、詳しく説明した後、次に、本発明の画像形成装置に適用可能な表面伝導型電子放出素子の構成、製法及び

特性について述べ、さらに、本発明にかかる画像形成装置の構成及び製法について説明する。

【0029】(エージング工程) エージング工程は、図22、23に示すように、電子源基板及び発光表示板を作成、組み立て、真空排気、ベーク、封止、ゲッタフラッシュ等を行った後、画像形成装置の定常動作(すなわち、画像形成装置を実際に使用するときの動作であり、使用目的により異なるが、例えばアノード電圧としてVa=10kV程度における60HzのTV動作や全面点灯などの動作)に先立ち、行う工程である。

【0030】(エージング装置) 本発明のエージング手法及び画像形成装置の製造装置(エージング装置)について図19を用いて説明する。図19はエージング装置の一例を示す模式図である。製造工程下の画像形成装置308は複数の電子放出素子を配列した電子源基板309と、電子源基板と真空部を介し対向して設けられた発光表示板310より構成される。画像形成装置308の真空部には真空計304が接続される。また、電子源基板309には電子源駆動装置302が、発光表示板310には電子線加速のため高圧電源(アノード電源)305が、それぞれ接続される。

【0031】ここで、真空計304は、画像形成装置内の真空部の真空情報を抽出する全圧計もしくは分圧計であり、この分圧計としては、イオンゲージ、四重極マススペクトルメータ等があげられる。電子源駆動装置302は、電子源基板上に配列された電子放出素子に所望の素子電圧を印加する装置であり、これにより、駆動電圧Vf、駆動周波数、駆動素子数等の駆動デューティーを構成し得る要素を任意に設定可能である。後に説明するTV駆動装置と同様な構成とすることができ、千鳥表示、単色表示、等の任意の画像テストパターンでも駆動できる。ここで、駆動走査周波数とは、駆動ラインを順次切り替えて駆動する際の一周周期周波数である。また、駆動素子数とは、駆動ライン数、部分表示の面積、間引き表示(数ラインおきに駆動しないラインを設ける)等である。高圧電源(アノード電源)305は、発光表示板にアノード電圧を印加する装置である。

【0032】他にも、電子源駆動に伴い電子源基板を流れる電流(主に素子電流)を測定する電子源駆動電流測定器303、電子源基板と発光表示板の間を流れる電流(主に放出電流)が測定される発光表示電流測定器306、及び、エージング時に表示される画像を撮像、分析する表示画像分析器307、等を配することもできる。

【0033】これら装置は、コンピューター301により集中管理/制御することができる。制御には、PID制御をはじめとし、任意の制御論理を適用することが可能である。

【0034】(エージング方法) 以下、上記エージング装置を用いたエージング手法を具体的に説明する。エージング工程は、先に述べたように、真空排気を行いながら、時間の経過とともに駆動デューティーを大きくする



工程である。ここで、具体的に駆動デューティーを大きくするためには、電子源駆動パルス幅、駆動周波数及び駆動素子数等の少なくとも1つを大きくする。更に必要に応じて追加的にアノード電圧 $V_a$ 、駆動電圧 $V_f$ 及びグリッド電圧 $V_g$ 等から選択された少なくとも1つを大きくしてもよい。また、真空計でのモニターを行う場合は、これらの要件の少なくとも1つを用いて駆動デューティーを大きくする制御を行うことができる。これらの条件のなかでも、駆動パルス幅や駆動動走周波数はパネル内に生じる脱ガスをパネル全面にわたって均一に制御できることから、より好ましい条件である。

【0035】ここで用いるエージング条件は、パネルの構成、製法等に依存して異なるが、動作時の脱ガス量の変化が先のような特徴①、②を有することを踏まえて行った設計・シミュレーションや、過去のデータ等をもとに設定することができる。例えば、「駆動パルス幅を1〜 $P_{w_{max}}$   $\mu s$ まで増加する」条件（なお、最大パルス幅 $P_{w_{max}}$ は画像表示駆動周波数の周期16.6ms/走査線本数で表すことができる）、または「駆動周波数を1Hz/minで1Hz〜60Hzまで増加する」条件等が挙げられる。

【0036】このようなエージング工程における脱ガス、電子放出量の経時変化の一例を、図30の細線で記した。このような手法を用いることで、図30に示すように、動作初期に、消費電力の小さい動作を適宜行うことで、熱及び電子線のエネルギーにより各部材から十分な脱ガスを促し、電子放出素子の劣化や真空放電をおこすような、真空度の著しい悪化を抑制、回避して、定常動作に到達することが可能になる。

【0037】（真空モニタエージング）一方で、動作時の脱ガス量は、ある程度予想ができるものの、不確定な要素を除ききれない面があるため、上記エージング処理の過程において、動作とともに、逐次、画像形成装置308の真空部の真空度を測定して、この真空度をもとに動作条件を制御/変更する（フィードバック制御）ことが好ましい。

【0038】ここで、真空度をもとに動作条件を制御する手法は、例えば、以下の制御論理A、Bに従ったものとすることができる。

・【制御論理A】真空度が十分に良いと検知した場合には、電子源駆動パルス幅、駆動電圧、駆動周波数及び駆動素子数の少なくとも1項を大きくする方向に変更する。

・【制御論理B】真空度が悪いと検知した場合には、電子源駆動パルス幅、駆動電圧、駆動周波数及び駆動素子数の少なくとも1項を小さくする方向に変更する。

【0039】ここで、【制御論理B】のかわりに

・【制御論理B'】：真空度が悪いと検知した場合には、駆動条件を変更せず維持する。を適用することもできる。このような手法（以下、真空モニタエージングと呼ぶ）を適用することで、本工程は図30の太線のように

に真空度が一定に保たれ、短時間でより信頼性の高い脱ガス工程とすることができる。

【0040】以下、一般的な真空モニタエージングの制御方法をフローチャート図20を用いてより詳しく説明できる。まず、a)エージング開始として画像形成装置の動作初期条件の設定することからはじめる。ここで、初期条件は、脱ガス量の十分小さいと思われる条件であれば特にこだわらない。初期条件で動作開始後、b)動作とともに、逐次、c)真空計により真空情報を測定し、d)、e)その真空情報を基に先の制御論理A、Bに基づき駆動条件を変更する。ここで、b)〜e)は制御ループとして例えば後述する判断基準1、2が満たされるまで繰り返し行われる。ここで、真空情報としては、全圧及び分圧を用いることができる。

【0041】全圧は、一般に、図26に示すように、全圧が大きいつきに電子源劣化速度が高くなる傾向がある。このことを考慮し、ある規定全圧を基準とし、この圧力を超えないように、以下のような制御論理にもとづき、動作条件を制御することが望ましい。

20 ・【制御論理A-1】全圧が規定全圧以下の場合には駆動条件、すなわち電子源駆動パルス幅、駆動電圧、駆動周波数、駆動素子数の少なくとも1項を大きくする

・【制御論理B-1】該全圧が規定全圧以上の場合には駆動条件、すなわち電子源駆動パルス幅、駆動電圧、駆動周波数、駆動素子数の少なくとも1項を小さくするここで【制御論理B-1】のかわりに

・【制御論理B-1'】該全圧が規定全圧以上の場合には駆動条件を維持する。を用いてもよい。ここで規定全圧は、電子源基板と発光表示板の距離などのパネル構成等により適宜設定されるが、例えば $10^{-6}$ Torr以下、望ましくは $10^{-8}$ Torr以下が挙げられる。

【0042】一方、真空情報として分圧を用いる場合には、電子放出素子が影響を受けやすいガス種の分圧が有用である。特に、電子放出素子として表面伝導型電子放出素子を適用する際には、電子放出素子が影響を受けやすい $H_2O$ 、 $O_2$ の分圧測定が有用である。図27に表面伝導型電子放出素子を適用した場合の、 $H_2O$ 分圧及び $O_2$ 分圧と電子源劣化率の関係を示す。このことを考慮し、ある規定分圧を基準とし、この分圧を超えないように、以下のような制御論理にもとづき、動作条件を制御することが望ましい。

・【制御論理A-2】 $H_2O$  ( $O_2$ ) 分圧が規定 $H_2O$  ( $O_2$ ) 分圧以下の場合には駆動デューティー、すなわち電子源駆動パルス幅、駆動電圧、駆動周波数及び駆動素子数の少なくとも1項を大きくする。

・【制御論理B-2】 $H_2O$  ( $O_2$ ) 分圧が規定 $H_2O$  ( $O_2$ ) 分圧以上の場合には駆動デューティー、すなわち電子源駆動パルス幅、駆動電圧、駆動周波数及び駆動素子数の少なくとも1項を小さくする。

50 【0043】ここで【制御論理B-2】のかわりに

・[制御論理B'-2]  $H_2O$  ( $O_2$ ) 分圧が規定  $H_2O$  ( $O_2$ ) 分圧以上の場合には動作条件を維持する。を用いてもよい。

【0044】ここで規定  $H_2O$  分圧として、例えば  $10^{-7}$  Torr以下、望ましくは  $10^{-11}$  Torr以下、規定  $O_2$  分圧として、例えば  $10^{-7}$  Torr以下、望ましくは  $10^{-10}$  Torr以下を用いることが挙げられる。

【0045】また、蛍光体の種類によっては、 $O_2$  ガス等の存在下の使用によって劣化を示すものがある。このような蛍光体を用いる場合には、適宜規定  $O_2$  ガス分圧を設定することで、蛍光体の劣化を抑制することができる。また、ここでは真空度として、真空計で測定したが、広義には電子放出素子の特性を真空情報として用いることもできる。例えば、放出電子量の経時変化や経時ゆらぎ等があげられる。

【0046】以下、真空モニタエージングにおいて適用する、制御論理の具体的な制御例を挙げる。例えば

・全圧が規定全圧  $= 10^{-7}$  Torr 以下の場合には、電子源駆動パルス幅を  $1 \mu s$  増加させ、全圧が  $10^{-7}$  Torr 以上のときは電子源駆動パルス幅を  $1 \mu s$  減少させる (制御例1)。

・全圧が規定全圧  $= 10^{-7}$  Torr 以下の場合には、駆動操作周波数を2倍に増加させ、全圧が  $10^{-7}$  Torr 以上のときは、駆動周波数はそのまま維持する (制御例2)。

・ $H_2O$  分圧が規定  $H_2O$  分圧  $= 10^{-9}$  Torr 以下の場合には、駆動素子数を2倍に増加させ、 $H_2O$  分圧が  $10^{-9}$  Torr 以上の時には駆動素子数を半分に減少させる (制御例3)。

・ $O_2$  分圧が規定  $O_2$  分圧  $= 10^{-9}$  Torr 以下の場合には、素子電圧を  $0.1 V$  増加させ、全圧が  $10^{-9}$  Torr 以上のときは、素子電圧を  $0.1 V$  減少させる (制御例4)。

・全圧が規定全圧  $= 10^{-6}$  Torr 以下の場合には、アノード電圧を  $100 V$  増加させ、全圧が  $10^{-6}$  Torr 以上のときは、アノード全圧を  $100 V$  減少させる (制御例5)。等が挙げられる。他にも、複数の真空情報を基に複数の動作条件を制御することもできる。例えば、

・全圧が規定全圧  $= 10^{-7}$  Torr 以下のときには、駆動パルス幅を増加させ、駆動周波数を2倍に増加させ、一方で全圧が  $10^{-7}$  Torr 以上のときは、この条件を維持するかこれらを減少させる (制御例6)。

・制御例1、2、5を同時に行う。等である。さらに、連続して異なる制御を行うことが効果的な場合もある。例えば、「制御例1を施した後、制御例2を施す」などである。

【0047】b)~e)の制御ループは、最終的には、判断基準1、2をもとにg)エージング停止、もしくはf)エージング終了することで終了する。ここで、エージング停止の判断基準としては、真空度の著しい劣化、例えば全圧が  $10^{-5}$  Torr を超えること等を適用すること (判断2) が挙げられる。エージング終了の判断基準としては、動作条件が定常動作、もしくは定常動作よりも消費電力の大

き動作条件 (判断1) となることが挙げられる。

【0048】ここで示したのは一例であり、制御論理A、Bを満たす制御方法であれば、特に限定されず、任意の制御が可能である。これらは、画像形成装置の構成、製法に応じて、適宜、選択することができる。

【0049】(表面伝導型電子放出素子の構成) 本発明の画像形成装置に適用し得る表面伝導型電子放出素子について説明する。表面伝導型電子放出素子の基本的構成には大別して、平面型及び垂直型の2つがある。まず、平面型表面伝導型電子放出素子について説明する。図1は、本発明を適用可能な平面型表面伝導型電子放出素子の構成を示す模式図であり、図1(a)は平面図、図1(b)は断面図である。図1において1は基板、4と5は素子電極、3は導電性薄膜、2は電子放出部である。基板1としては、石英ガラス、Na等の不純物含有量が減少しているガラス、青板ガラス、青板ガラスにスパッタ法等により形成した  $SiO_2$  を積層したガラス基板、アルミナ等のセラミックス及びSi基板等を用いることができる。対向する素子電極4、5の材料としては、一般的な導体材料を用いることができる。これは例えばNi、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Al、Cu、Pd等の金属或は合金及びPd、Ag、Au、 $RuO_2$ 、Pd-Ag等の金属或は金属酸化物とガラス等から構成される印刷導体、 $In_2O_3-SnO_2$ 等の透明導電体及びポリシリコン等の半導体導体材料等から適宜選択することができる。

【0050】素子電極間隔L、素子電極長さW、導電性薄膜3の形状等は、応用される形態等を考慮して設計される。素子電極間隔Lは、好ましく、数千Åから数百 $\mu m$ の範囲とすることができ、より好ましくは、素子電極間に印加する電圧等を考慮して数 $\mu m$ から数十 $\mu m$ の範囲とすることができる。素子電極長さWは、電極の抵抗値、電子放出特性を考慮して、数 $\mu m$ から数百 $\mu m$ の範囲とすることができる。素子電極4、5の膜厚dは、数百Åから数 $\mu m$ の範囲とすることができる。尚、図1に示した構成だけでなく、基板1上に、導電性薄膜3、対向する素子電極4、5の順に積層した構成とすることもできる。

【0051】導電性薄膜3には、良好な電子放出特性を得るために、微粒子で構成された微粒子膜を用いるのが好ましい。その膜厚は、素子電極4、5へのステップカバレッジ、素子電極4、5間の抵抗値及び後述するフォーミング条件等を考慮して適宜設定されるが、通常は、数Åから数千Åの範囲とするのが好ましく、より好ましくは10Åより500Åの範囲とするのが良い。その抵抗値は、 $R_s$ が  $10^2 \sim 10^7 \Omega/\square$  の値である。なお  $R_s$  は、厚さがt、幅がwで長さが1の薄膜の抵抗Rを、 $R = R_s(1/w)$  とおいたときに現れる。本願明細書において、フォーミング処理については、通電処理を例に挙げて説明するが、フォーミング処理はこれに限られるものではなく、膜に亀裂を生

じさせて高抵抗状態を形成する処理を包含するものである。

【0052】導電性薄膜3を構成する材料は、Pd、Pt、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pb等の金属、PdO、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbO、Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の酸化物、HfB<sub>2</sub>、ZrB<sub>2</sub>、LaB<sub>6</sub>、CeB<sub>6</sub>、YB<sub>4</sub>、Gd<sub>2</sub>B<sub>4</sub>等の硼化物、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WC等の炭化物、TiN、ZrN、HfN等の窒化物、Si、Ge等の半導体、カーボン等の中から適宜選択される。

【0053】ここで述べる微粒子膜とは、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造は、微粒子が個々に分散配置した状態あるいは微粒子が互いに隣接、あるいは重なり合った状態（いくつかの微粒子が集合し、全体として島状構造を形成している場合も含む）をとっている。微粒子の粒径は、数Åから数千Åの範囲、好ましくは、10Åから200Åの範囲である。

【0054】なお、本明細書では頻繁に「微粒子」という言葉を用いるので、その意味について説明する。小さな粒子を「微粒子」と呼び、これよりも小さなものを「超微粒子」と呼ぶ。「超微粒子」よりもさらに小さく原子の数が数百個程度以下のものを「クラスター」と呼ぶことは広く行われている。しかしながら、それぞれの境は厳密なものではなく、どのような性質に注目して分類するかにより変化する。また「微粒子」と「超微粒子」を一括して「微粒子」と呼ぶ場合もあり、本明細書中での記述はこれに沿ったものである。「実験物理学講座14

表面・微粒子」（木下是雄 編、共立出版 1986年9月1日発行）では次のように記述されている。「本稿で微粒子と言うときにはその直径がだいたい2〜3μm程度から10nm程度までとし、特に超微粒子というときは粒径が10nm程度から2〜3nm程度までを意味することにする。両者を一括して単に微粒子と書くこともあってけっして厳密なものではなく、だいたいの目安である。粒子を構成する原子の数が2個から数十〜数百個程度の場合はクラスターと呼ぶ。」（195ページ 22〜26行目）付言すると、新技術開発事業団の「林・超微粒子プロジェクト」での「超微粒子」の定義は、粒径の下限はさらに小さく、次のようなものであった。「創造科学技術推進制度の「超微粒子プロジェクト」（1981〜1986）では、粒子の大きさ（径）がおおよそ1〜100nmの範囲のものを「超微粒子」（ultra fine particle）と呼ぶことにした。すると1個の超微粒子はおおよそ100〜108個くらいの原子の集合体という事になる。原子の尺度でみれば超微粒子は大〜巨大粒子である。」（「超微粒子-創造科学技術-」林主税、上田良二、田崎明 編；三田出版 1988年 2ページ1〜4行目）「超微粒子よりさらに小さいもの、すなわち原子が数個〜数百個で構成される1個の粒子は、ふつうクラスターと呼ばれる」（同書2ページ12〜13行

目）上記のような一般的な呼び方をふまえて、本明細書において「微粒子」とは多数の原子・分子の集合体で、粒径の下限は数Å〜10Å程度、上限は数μm程度のものを指すこととする。

【0055】電子放出部2は、導電性薄膜3の一部に形成された高抵抗の亀裂により構成され、導電性薄膜3の膜厚、膜質、材料及び後述する通電フォーミング等の手法等に依存したものとなる。電子放出部2の内部には、数Åから数百Åの範囲の粒径の導電性微粒子が存在する場合もある。この導電性微粒子は、導電性薄膜3を構成する材料の元素の一部、あるいは全ての元素を含有するものとなる。電子放出部2及びその近傍には炭素及び炭素化合物を有する。

【0056】次に、垂直型表面伝導型電子放出素子について説明する。図2は、本発明の表面伝導型電子放出素子を適用できる垂直型表面伝導型電子放出素子の一例を示す模式図である。図2においては、図1に示した部位と同じ部位には図1に付した符号と同一の符号を付している。21は、段さ形成部である。基板1、素子電極4及び5、導電性薄膜3、電子放出部2は、前述した平面型表面伝導型電子放出素子の場合と同様の材料で構成することができる。段さ形成部21は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等で形成されたSiO<sub>2</sub>等の絶縁性材料で構成することができる。段さ形成部21の膜厚は、先に述べた平面型表面伝導型電子放出素子の素子電極間隔しに対応し、数千Åから数十μmの範囲とすることができる。この膜厚は、段さ形成部の製法及び素子電極間に印加する電圧を考慮して設定されるが、数百Åから数μmの範囲が好ましい。

【0057】導電性薄膜3は、素子電極4及び5と段さ形成部21作成後に、該素子電極4、5の上に積層される。電子放出部2は、図2においては、段さ形成部21に形成されているが、作成条件、フォーミング条件等に依存し、形状、位置ともこれに限られるものでない。

【0058】次に、表面伝導型電子放出素子の製法について説明する。上述の表面伝導型電子放出素子の製造方法としては様々な方法があるが、その一例を図3に模式的に示す。以下、図1及び図3を参照しながら製造方法の一例について説明する。図3においても、図1に示した部位と同じ部位には図1に付した符号と同一の符号を付している。

【0059】1）基板1を洗剤、純水および有機溶剤等を用いて十分に洗浄し、真空蒸着法、スパッタ法等により素子電極材料を堆積後、例えばフォトリソグラフィ技術を用いて基板1上に素子電極4、5を形成する（図3（a））。

2）素子電極4、5を設けた基板1に、有機金属溶液を塗布して、有機金属薄膜を形成する。有機金属溶液には、前述の導電性膜3の材料の金属を主元素とする有機金属化合物の溶液を用いることができる。有機金属薄膜を加

熱焼成処理し、リフトオフ、エッチング等によりパターンニングし、導電性薄膜3を形成する(図3(b))。ここでは、有機金属溶液の塗布法を挙げて説明したが、導電性薄膜3の形成法はこれに限られるものでなく、真空蒸着法、スパッタ法、化学的気相堆積法、分散塗布法、ディッピング法、スピンナー法等を用いることもできる。

【0060】3) つづいて、フォーミング工程を施す。このフォーミング工程の方法の一例として通電処理による方法を説明する。素子電極4、5間に、不図示の電源を用いて、通電を行うと、導電性薄膜3の部位に、構造の変化した電子放出部5が形成される(図3(c))。通電フォーミングによれば導電性薄膜3に局所的に破壊、変形もしくは変質等の構造の変化した部位が形成される。該部位が電子放出部5を構成する。通電フォーミングの電圧波形の例を図4に示す。この電圧波形は、パルス波形が、好ましい。これにはパルス波高値を定電圧としたパルスを連続的に印加する図4(a)に示した手法とパルス波高値を増加させながら、電圧パルスを印加する図4(b)に示した手法がある。図4(a)における $T_1$ 及び $T_2$ は電圧波形のパルス幅とパルス間隔である。通常 $T_1$ は1マイクロ秒〜10ミリ秒、 $T_2$ は、10マイクロ秒〜100ミリ秒の範囲で設定される。三角波の波高値(通電フォーミング時のピーク電圧)は、表面伝導型電子放出素子形態に応じて適宜選択される。このような条件のもと、例えば、数秒から数十分間電圧を印加する。パルス波形は三角波に限定されるものではなく、矩形波など所望の波形を採用することができる。図4(b)における $T_1$ 及び $T_2$ は、図4(a)に示したのと同様とすることができる。三角波の波高値(通電フォーミング時のピーク電圧)は、例えば0.1Vステップ程度づつ増加させることができる。

【0061】通電フォーミング処理の終了は、パルス間隔 $T_2$ 中に、導電性薄膜2を局所的に破壊、変形しない程度の電圧を印加し、電流を測定して検知することができる。例えば0.1V程度の電圧印加により流れる素子電流を測定し、抵抗値を求めて、1M $\Omega$ 以上の抵抗を示した時、通電フォーミングを終了させる。

【0062】4) フォーミングを終えた素子には活性化工程と呼ばれる処理を施すのが好ましい。活性化工程とは、この工程により、素子電流 $I_f$ 、放出電流 $I_e$ が、著しく変化する工程である。活性化工程は、例えば、有機物質のガスを含有する雰囲気中で、通電フォーミングと同様に、パルスの印加を繰り返すことで行うことができる。この雰囲気は、例えば油拡散ポンプやロータリーポンプなどを用いて真空容器内を排気した場合に雰囲気内に残留する有機ガスを利用して形成することができる。他、イオンポンプなどにより一旦十分に排気した真空中に適当な有機物質のガスを導入することによっても得られる。このときの好ましい有機物質のガス圧は、前述の

応用の形態、真空容器の形状や、有機物質の種類などにより異なるため場合に応じ適宜設定される。適当な有機物質としては、アルカン、アルケン、アルキンの脂肪族炭化水素類、芳香族炭化水素類、アルコール類、アルデヒド類、ケトン類、アミン類、フェノール、カルボン酸、スルホン酸等の有機酸類等を挙げることが出来、具体的には、メタン、エタン、プロパンなど $C_nH_{2n+2}$ で表される飽和炭化水素、エチレン、プロピレンなど $C_nH_{2n}$ 等の組成式で表される不飽和炭化水素、ベンゼン、ベンゾニトリル、トリニトリル、トルエン、メタノール、エタノール、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、アセトン、メチルエチルケトン、メチルアミン、エチルアミン、フェノール、蟻酸、酢酸、プロピオン酸等が使用できる。この処理により、雰囲気中に存在する有機物質から、炭素あるいは炭素化合物が素子上に堆積し、素子電流 $I_f$ 、放出電流 $I_e$ が、著しく変化するようになる。

【0063】活性化工程の終了判定は、素子電流 $I_f$ と放出電流 $I_e$ を測定しながら適宜行う。なおパルス幅、パルス間隔、パルス波高値などは適宜設定される。

【0064】炭素及び炭素化合物とは、例えばグラファイト[いわゆるHOPG、PG、GC]を包含する。HOPGはほぼ完全なグラファイトの結晶構造、PGは結晶粒が200Å程度で結晶構造がやや乱れたもの、GCは結晶粒が20Å程度になり結晶構造の乱れがさらに大きくなったものを指す。]、非晶質カーボン(アモルファスカーボン及び、アモルファスカーボンと前記グラファイトの微結晶の混合物を指す)であり、その膜厚は、500Å以下の範囲とするのが好ましく、300Å以下の範囲とすることがより好ましい。

【0065】5) このような工程を経て得られた電子放出素子は、安定化工程を行うことが好ましい。この工程は、真空容器内の有機物質を排気する工程である。真空容器内の圧力は、 $1\sim 3\times 10^{-7}$ Torr以下が好ましく、さらに $1\times 10^{-8}$ Torr以下が特に好ましい。真空容器を排気する真空排気装置は、装置から発生するオイルが素子の特性に影響を与えないように、オイルを使用しないものを用いるのが好ましい。具体的には、ソーブションポンプ、イオンポンプ等の真空排気装置を挙げることが出来る。さらに真空容器内を排気するときには、真空容器全体を加熱して、真空容器内壁や、電子放出素子に吸着した有機物質分子を排気しやすくするのが好ましい。このときの加熱条件は、好ましくは100〜300℃でなるべく長い時間、例えば5時間以上が望ましいが、特にこの条件に限るものではなく、真空容器の大きさや形状、電子放出素子の構成などの諸条件により適宜選ばれる条件により行う。安定化工程を行った後の、駆動時の雰囲気は、上記安定化処理終了時の雰囲気を維持するのが好ましいが、これに限るものではなく、有機物質が十分除去されていれば、真空度自体は多少低下しても十分安定な特性

を維持することが出来る。このような真空雰囲気を採用することにより、新たな炭素あるいは炭素化合物の堆積を抑制でき、結果として素子電流 $I_f$ 、放出電流 $I_e$ が安定する。

【0066】(表面伝導型電子放出素子の特性)次に表面伝導型電子放出素子の基本特性について図5、図6を参照しながら説明する。図5は、真空処理装置の一例を示す模式図であり、この真空処理装置は測定評価装置としての機能をも兼ね備えている。図5においても、図1に示した部位と同じ部位には図1に付した符号と同一の符号を付している。図5において、55は真空容器であり、56は排気ポンプである。真空容器55内には電子放出素子が配されている。即ち、1は電子放出素子を構成する基体であり、4及び5は素子電極、3は導電性薄膜、2は電子放出部である。51は、電子放出素子に素子電圧 $V_f$ を印加するための電源、50は素子電極4、5間の導電性薄膜3を流れる素子電流 $I_f$ を測定するための電流計、54は素子の電子放出部より放出される放出電流 $I_e$ を捕捉するためのアノード電極である。53はアノード電極54に電圧を印加するための高圧電源、52は素子の電子放出部5より放出される放出電流 $I_e$ を測定するための電流計である。一例として、アノード電極の電圧を1kV~10kVの範囲とし、アノード電極と電子放出素子との距離 $H$ を2mm~8mmの範囲として測定を行うことができる。

【0067】真空容器55内には、不図示の真空計等の真空雰囲気下での測定に必要な機器が設けられていて、所望の真空雰囲気下での測定評価を行えるようになっている。排気ポンプ56は、ターボポンプ、ロータリーポンプからなる通常の高真空装置系と更に、イオンポンプ等からなる超高真空装置系とにより構成されている。ここに示した電子源基板を配した真空処理装置の全体は、不図示のヒーターにより200℃まで加熱できる。従って、この真空処理装置を用いると、前述の通電フォーミング以降の工程も行いうことが出来る。図6は、図5に示した真空処理装置を用いて測定された放出電流 $I_e$ 、素子電流 $I_f$ と素子電圧 $V_f$ の関係を模式的に示した図である。図6においては、放出電流 $I_e$ が素子電流 $I_f$ に比べて著しく小さいので、任意単位で示している。なお、縦・横軸ともリニアスケールである。

【0068】図6からも明らかなように、本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子は、放出電流 $I_e$ に関して対する三つの特徴的性質を有する。即ち、  
(i)本素子はある電圧(しきい値電圧と呼ぶ、図6中の $V_{th}$ )以上の素子電圧を印加すると急激に放出電流 $I_e$ が増加し、一方しきい値電圧 $V_{th}$ 以下では放出電流 $I_e$ がほとんど検出されない。つまり、放出電流 $I_e$ に対する明確なしきい値電圧 $V_{th}$ を持った非線形素子である。

(ii)放出電流 $I_e$ が素子電圧 $V_f$ に単調増加依存するた

め、放出電流 $I_e$ は素子電圧 $V_f$ で制御できる。

(iii)アノード電極54に捕捉される放出電荷は、素子電圧 $V_f$ を印加する時間に依存する。つまり、アノード電極54に捕捉される電荷量は、素子電圧 $V_f$ を印加する時間により制御できる。

【0069】以上の説明より理解されるように、表面伝導型電子放出素子は、入力信号に応じて、電子放出特性を容易に制御できる。この性質を利用すると複数の電子放出素子を配して構成した電子源、画像形成装置等、多方面への応用が可能となる。

(画像形成装置の構成)本発明の表面伝導型電子放出素子の複数個を基板上に配列した画像形成装置の構成について、図8、図9及び図10を用いて説明する。図8は、画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図であり、図9は、図8の画像形成装置に使用される蛍光膜の模式図である。図10は、NTSC方式のテレビ信号に応じて表示を行なうための駆動回路の一例を示すブロック図である。

【0070】図8において、71は電子放出素子を複数配した電子源基板、86は該電子源基板と真空部を介し対向して設けられた発光表示板(フェースプレート)である。81は電子源基板71を固定したリアプレート、82は支持枠であり、該支持枠82には、リアプレート81、フェースプレート86がフリットガラス等を用いて接続されている。88は外囲器であり、例えば大気中あるいは、窒素中で、400~500℃の温度範囲で10分以上焼成することで、封着して構成される。電子源基板と発光表示板の間隔は数mmから数10mm程度である。

【0071】2は、図1における電子放出部に相当する。4、5は、表面伝導型電子放出素子の素子電極であり、X方向配線72及びY方向配線73と接続される。外囲器88は、上述の如く、フェースプレート86、支持枠82、リアプレート81で構成される。リアプレート81は主に基板71の強度を補強する目的で設けられるため、基板71自体で十分な強度を持つ場合は別体のリアプレート81は不要とすることができる。即ち、基板71に直接支持枠82を封着し、フェースプレート86、支持枠82及び基板71で外囲器88を構成しても良い。一方、フェースプレート86、リアプレート81間に、スペーサーとよばれる不図示の支持体を設置することにより、大気圧に対して十分な強度をもつ外囲器88を構成することもできる。

【0072】本発明の画像形成装置は、電子源基板に、走査信号及び変調信号を信号発生手段よりそれぞれ印加することにより電子放出させ、発光表示板には、高圧端子HVを通じ数kV以上のアノード電圧 $V_a$ を印加し、電子ビームを加速し、蛍光膜に衝突させ、励起・発光させることで画像を表示する。

【0073】以下、各構成部材について説明する。

(発光表示板)まず、発光表示板83すなわちフェースプレートについて説明する。発光表示板は、ガラス基板83

に蛍光膜84とメタルバック85等が形成されることで構成される。図9は、蛍光膜を示す模式図である。蛍光膜84は、モノクロームの場合は蛍光体のみから構成することができる。カラーの蛍光膜の場合は、蛍光体の配列によりブラックストライプあるいはブラックマトリクスなどと呼ばれる黒色導電材91と蛍光体92とから構成することができる。ブラックストライプ、ブラックマトリクスを設ける目的は、カラー表示の場合、必要となる三原色蛍光体の各蛍光体92間の塗り分け部を黒くすることで混色等を目立たなくすることと、蛍光膜84における外光反射によるコントラストの低下を抑制することにある。ブラックストライプの材料としては、通常用いられている黒鉛を主成分とする材料の他、導電性があり、光の透過及び反射が少ない材料を用いることができる。

【0074】ガラス基板83に蛍光体を塗布する方法は、モノクローム、カラーによらず、沈着法、印刷法等が採用できる。蛍光膜84の内面側には、通常メタルバック85が設けられる。メタルバックを設ける目的は、蛍光体の発光のうち内面側への光をフェースプレート86側へ鏡面反射させることにより輝度を向上させること、電子ビーム加速電圧を印加するための電極として作用させること、外圍器内で発生した負イオンの衝突によるダメージから蛍光体を保護すること等である。メタルバックは、蛍光膜作製後、蛍光膜の内面側表面の平滑化処理（通常、「フィリミング」と呼ばれる。）を行い、その後Alを真空蒸着等を用いて堆積させることで作製できる。

【0075】フェースプレート86には、更に蛍光膜84の導電性を高めるため、蛍光膜84の外面側に透明電極（不図示）を設けてもよい。また、前述の封着を行う際には、カラーの場合は各色蛍光体と電子放出素子とを対応させる必要があり、十分な位置合わせが不可欠となる。

【0076】（電子源基板）次に、電子源基板について説明する。電子源基板における電子放出素子の配列については、種々のものが採用できる。一例として、並列に配置した多数の電子放出素子の個々を両端で接続し、電子放出素子の行を多数個配し（行方向と呼ぶ）、この配線と直交する方向（列方向と呼ぶ）で、該電子放出素子の上方に配した制御電極（グリッドとも呼ぶ）により、電子放出素子からの電子を制御駆動するはしご状配置のものがあ。これとは別に、電子放出素子をX方向及びY方向に行列状に複数個配し、同じ行に配された複数の電子放出素子の電極の一方を、X方向の配線に共通に接続し、同じ列に配された複数の電子放出素子の電極の他方を、Y方向の配線に共通に接続するものが挙げられる。このようなものは所謂単純マトリクス配置である。まず単純マトリクス配置について以下に詳述する。

【0077】本発明を適用可能な表面伝導型電子放出素子については、前述したとおり(i)～(iii)の特性がある。即ち、表面伝導型電子放出素子からの放出電子は、しきい値電圧以上では、対向する素子電極間に印加する

パルス状電圧の波高値と巾で制御できる。一方、しきい値電圧以下では、殆ど放出されない。この特性によれば、多数の電子放出素子を配置した場合においても、個々の素子に、パルス状電圧を適宜印加すれば、入力信号に応じて、表面伝導型電子放出素子を選択して電子放出量を制御できる。以下この原理に基づき、電子放出素子を複数配して得られる電子源基板について、図7を用いて説明する。図7において、71は電子源基板、72はX方向配線、73はY方向配線である。74は表面伝導型電子放出素子、75は結線である。尚、表面伝導型電子放出素子74は、前述した平面型あるいは垂直型のどちらであってもよい。

【0078】m本のX方向配線72は、DX1、DX2、...、DXmからなり、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された導電性金属等で構成することができる。配線の材料、膜厚、巾は、適宜設計される。Y方向配線73は、DY1、DY2、...、DYNのn本の配線よりなり、X方向配線72と同様に形成される。これらm本のX方向配線72とn本のY方向配線73との間には、不図示の層間絶縁層が設けられており、両者を電気的に分離している（m、nは、共に正の整数）。

【0079】不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成されたSiO<sub>2</sub>等で構成される。例えば、X方向配線72を形成した基板71の全面或は一部に所望の形状で形成され、特に、X方向配線72とY方向配線73の交差部の電位差に耐え得るように、膜厚、材料、製法が適宜設定される。X方向配線72とY方向配線73は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【0080】表面伝導型電子放出素子74を構成する一対の電極（不図示）は、m本のX方向配線72とn本のY方向配線73と導電性金属等からなる結線75によって電気的に接続されている。

【0081】配線72と配線73を構成する材料、結線75を構成する材料及び一対の素子電極を構成する材料は、その構成元素の一部あるいは全部が同一であっても、またそれぞれ異なってもよい。これら材料は、例えば前述の素子電極の材料より適宜選択される。素子電極を構成する材料と配線材料が同一である場合には、素子電極に接続した配線は素子電極ということもできる。

【0082】X方向配線72には、X方向に配列した表面伝導型電子放出素子74の行を、選択するための走査信号を印加する不図示の走査信号印加手段が接続される。一方、Y方向配線73には、Y方向に配列した表面伝導型放出素子74の各列を入力信号に応じて、変調するための不図示の変調信号発生手段が接続される。各電子放出素子に印加される駆動電圧は、当該素子に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給される。

【0083】上記構成においては、単純なマトリクス配線を用いて、個別の素子を選択し、独立に駆動可能とす

10

20

30

40

50



ることができる。

【0084】次に、単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した表示パネルに、NTSC方式のテレビ信号に基づいたテレビジョン表示を行うための駆動回路の構成例について、図10を用いて説明する。図10において、101は画像表示表示パネル、102は走査回路、103は制御回路、104はシフトレジスタである。105はラインメモリ、106は同期信号分離回路、107は変調信号発生器、VxおよびVaは直流電圧源である。

【0085】表示パネル101は、端子Dox1乃至Doxm、端子Doy1乃至Doy<sub>n</sub>、及び高圧端子Hvを介して外部の電気回路と接続している。端子Dox1乃至Doxmには、表示パネル内に設けられている電子源、即ち、M行N列の行列状にマトリクス配線された表面伝導型電子放出素子群を一行(N素子)ずつ順次駆動するための走査信号が印加される。端子Doy1乃至Doy<sub>n</sub>には、前記走査信号により選択された一行の表面伝導型電子放出素子の各素子の出力電子ビームを制御するための変調信号が印加される。高圧端子Hvには、直流電圧源Vaより、例えば10K(V)の直流電圧が供給されるが、これは表面伝導型電子放出素子から放出される電子ビームに蛍光体を励起するのに十分なエネルギーを付与するための加速電圧である。

【0086】走査回路102について説明する。同回路は、内部にM個のスイッチング素子を備えたもので(図中、S1ないしSmで模式的に示している)ある。各スイッチング素子は、直流電圧源Vxの出力電圧もしくは0(V)(グラウンドレベル)のいずれか一方を選択し、表示パネル101の端子Dx1ないしDxmと電気的に接続される。S1乃至Smの各スイッチング素子は、制御回路103が出力する制御信号Tscanに基づいて動作するものであり、例えばFETのようなスイッチング素子を組み合わせることで構成することができる。

【0087】直流電圧源Vxは、本例の場合には表面伝導型電子放出素子の特性(電子放出しきい値電圧)に基づき走査されていない素子に印加される駆動電圧が電子放出しきい値電圧以下となるような一定電圧を出力するように設定されている。制御回路103は、外部より入力する画像信号に基づいて適切な表示が行なわれるように各部の動作を整合させる機能を有する。制御回路103は、同期信号分離回路106より送られる同期信号Tsyncに基づいて、各部に対してTscanおよびTsftおよびTmryの各制御信号を発生する。

【0088】同期信号分離回路106は、外部から入力されるNTSC方式のテレビ信号から同期信号成分と輝度信号成分とを分離するための回路で、一般的な周波数分離(フィルター)回路等を用いて構成できる。同期信号分離回路106により分離された同期信号は、垂直同期信号と水平同期信号より成るが、ここでは説明の便宜上Tsync信号として図示した。前記テレビ信号から分離された画像の輝度信号成分は便宜上DATA信号と表した。該DATA信号

はシフトレジスタ104に入力される。シフトレジスタ104は、時系列的にシリアルに入力される前記DATA信号を、画像の1ライン毎にシリアル/パラレル変換するためのもので、前記制御回路103より送られる制御信号Tsftに基づいて動作する(即ち、制御信号Tsftは、シフトレジスタ104のシフトクロックであるということもできる。)。シリアル/パラレル変換された画像1ライン分(電子放出素子N素子分の駆動データに相当)のデータは、Id1乃至IdnのN個の並列信号として前記シフトレジスタ104より出力される。

【0089】ラインメモリ105は、画像1ライン分のデータを必要時間の間だけ記憶するための記憶装置であり、制御回路103より送られる制御信号Tmryに従って適宜Id1乃至Idnの内容を記憶する。記憶された内容は、I'd1乃至I'dnとして出力され、変調信号発生器107に入力される。変調信号発生器107は、画像データI'd1乃至I'dnの各々に応じて表面伝導型電子放出素子の各々を適切に駆動変調するための信号源であり、その出力信号は、端子Doy1乃至Doy<sub>n</sub>を通じて表示パネル101内の表面伝導型電子放出素子に印加される。

【0090】前述したように、本発明を適用可能な電子放出素子は放出電流Icに対して以下の基本特性を有している。即ち、電子放出には明確なしきい値電圧Vthがあり、Vth以上の電圧を印加された時のみ電子放出が生じる。電子放出しきい値以上の電圧に対しては、素子への印加電圧の変化に応じて放出電流も変化する。このことから、本素子にパルス状の電圧を印加する場合、例えば電子放出閾値以下の電圧を印加しても電子放出は生じないが、電子放出閾値以上の電圧を印加する場合には電子ビームが出力される。その際、パルスの波高値Vmを変化させる事により出力電子ビームの強度を制御することが可能である。また、パルスの幅pwを変化させることにより出力される電子ビームの電荷の総量を制御する事が可能である。

【0091】従って、入力信号に応じて、電子放出素子を変調する方式としては、電圧変調方式、パルス幅変調方式等が採用できる。電圧変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器107として、一定長さの電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜パルスの波高値を変調するような電圧変調方式の回路を用いることができる。パルス幅変調方式を実施するに際しては、変調信号発生器107として、一定の波高値の電圧パルスを発生し、入力されるデータに応じて適宜電圧パルスの幅を変調するようなパルス幅変調方式の回路を用いることができる。

【0092】シフトレジスタ104やラインメモリ105は、デジタル信号式のものをアナログ信号式のものを採用できる。画像信号のシリアル/パラレル変換や記憶が所定の速度で行なわれれば良いからである。

【0093】デジタル信号式を用いる場合には、同期信

号分離回路106の出力信号DATAをデジタル信号化する必要があるが、これには106の出力部にA/D変換器を設ければ良い。これに関連してラインメモリ105の出力信号がデジタル信号かアナログ信号かにより、変調信号発生器107に用いられる回路が若干異なったものとなる。即ち、デジタル信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器107には、例えばD/A変換回路を用い、必要に応じて増幅回路などを付加する。パルス幅変調方式の場合、変調信号発生器107には、例えば高速の発振器および発振器の出力する波数を計数する計数器（カウンタ）及び計数器の出力値と前記メモリの出力値を比較する比較器（コンパレータ）を組み合わせた回路を用いる。必要に応じて、比較器の出力するパルス幅変調された変調信号を表面伝導型電子放出素子の駆動電圧にまで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0094】アナログ信号を用いた電圧変調方式の場合、変調信号発生器107には、例えばオペアンプなどを用いた増幅回路を採用でき、必要に応じてレベルシフト回路などを付加することもできる。パルス幅変調方式の場合には、例えば、電圧制御型発振回路（VCO）を採用でき、必要に応じて表面伝導型電子放出素子の駆動電圧まで電圧増幅するための増幅器を付加することもできる。

【0095】このような構成をとり得る本発明の適用可能な画像表示装置においては、各電子放出素子に、容器外端子 $Do\ x1$ 乃至 $Do\ xm$ 、 $Do\ y1$ 乃至 $Do\ yn$ を介して電圧を印加することにより、電子放出が生ずる。高圧端子 $Hv$ を介してメタルバック85、あるいは透明電極（不図示）に高圧を印加し、電子ビームを加速する。加速された電子は、蛍光膜84に衝突し、発光が生じて画像が形成される。

【0096】ここで述べた画像形成装置の構成は、本発明を適用可能な画像形成装置の一例であり、本発明の技術思想に基づいて種々の変形が可能である。入力信号については、NTSC方式を挙げたが入力信号はこれに限られるものではなく、PAL、SECAM方式などの他、これよりも、多数の走査線からなるTV信号（例えば、HUSE方式をはじめとする高品位TV）方式をも採用できる。

【0097】次に、はしご型配置の電子源基板からなる及び画像形成装置について図11及び図12を用いて説明する。図11は、はしご型配置の電子源の一例を示す模式図である。図11において、110は電子源基板、111は電子放出素子である。112、 $Dx1$ ～ $Dx10$ は、電子放出素子111を接続するための共通配線である。電子放出素子111は、基板110上に、X方向に並列に複数個配されている（これを素子行と呼ぶ）。この素子行が複数個配されて、電子源を構成している。各素子行の共通配線間に駆動電圧を印加することで、各素子行を独立に駆動させることができる。即ち、電子ビームを放出させたい素子行には、電子放出しきい値以上の電圧を、電子ビーム

を放出しない素子行には、電子放出しきい値以下の電圧を印加する。各素子行間の共通配線 $Dx2$ ～ $Dx9$ は、例えば $Dx2$ 、 $Dx3$ を同一配線とすることもできる。

【0098】図12は、はしご型配置の電子源を備えた画像形成装置におけるパネル構造の一例を示す模式図である。120はグリッド電極、121は電子が通過するため空孔、122は $Dox1$ 、 $Dox2$ 、...、 $Doxm$ よりなる容器外端子である。123は、グリッド電極120と接続された $G1$ 、 $G2$ 、...、 $Gn$ からなる容器外端子、124は各素子行間の共通配線を同一配線とした電子源基板である。図12においては、図8、図11に示した部位と同じ部位には、これらの図に付したのと同じ符号を付している。ここに示した画像形成装置と、図8に示した単純マトリクス配置の画像形成装置との大きな違いは、電子源基板110とフェースプレート86の間にグリッド電極120を備えているか否かである。

【0099】図12においては、基板110とフェースプレート86の間には、グリッド電極120が設けられている。グリッド電極120は、表面伝導型電子放出素子から放出された電子ビームを変調するためのものであり、はしご型配置の素子行と直交して設けられたストライプ状の電極に電子ビームを通過させるため、各素子に対応して1個ずつ円形の開口121が設けられている。グリッドの形状や設置位置は図12に示したものに限定されるものではない。例えば、開口としてメッシュ状に多数の通過口を設けることもでき、グリッドを表面伝導型電子放出素子の周囲や近傍に設けることもできる。

【0100】容器外端子122およびグリッド容器外端子123は、不図示の制御回路と電気的に接続されている。

【0101】本例の画像形成装置では、素子行を1列ずつ順次駆動（走査）していくのと同期してグリッド電極列に画像1ライン分の変調信号を同時に印加する。これにより、各電子ビームの蛍光体への照射を制御し、画像を1ラインずつ表示することができる。本発明の画像形成装置は、テレビジョン放送の表示装置、テレビ会議システムやコンピューター等の表示装置の他、感光性ドラム等を用いて構成された光プリンターとしての画像形成装置等としても用いることができる。

（画像形成装置の製造方法）上述の画像形成装置のの製造方法としては様々な方法があるが、その一例を以下に示す。

#### 1) 電子源基板形成

電子源基板の製造方法としては様々な方法があるが、製造方法を図13及び図14を用いて説明する。電子源基板の一部の平面図を図13に示す。また、図中のA-A'断面図を図14に示す（但し、図13、図14で、同じ記号を示したものは、同じものを示す）。ここで71は電子源基板、72は図7の $Dxm$ に対応するX方向配線（下配線とも呼ぶ）、73は図7の $Dyn$ に対応するY方向配線（上配線とも呼ぶ）、4は導電性薄膜、2、3は



素子電極、151は層間絶縁層、112は、素子電極2と下配線72と電気的接続のためのコンタクトホールである。

【0102】まず、基板1を洗剤、純水および有機溶剤等を用いて十分に洗浄したのち、下配線72、層間絶縁層151、上配線73、及び素子電極4、5を形成する。これらの配線及び電極形成には、真空蒸着法、スパッタ法、印刷及びフォトリソグラフィー技術等を用いることができる。

【0103】配線及び素子電極4、5を設けた基板1に、有機金属溶液を塗布して、有機金属薄膜を形成する。有機金属溶液には、前述の導電性膜3の材料の金属を主元素とする有機金属化合物の溶液を用いることができる。有機金属薄膜を加熱焼成処理し、リフトオフ、エッチング等によりパターンニングし、導電性薄膜3を形成する。ここでは、有機金属溶液の塗布法を挙げて説明したが、導電性薄膜3の形成法はこれに限られるものでなく、真空蒸着法、スパッタ法、化学的気相堆積法、分散塗布法、ディッピング法、スピンナー法等を用いることもできる。

【0104】2) 発光表示板(フェースプレート)形成  
ガラス基板83に蛍光体を塗布する方法はスラリー法等を用いることができる。また、蛍光膜84の内面側には通常メタルバック85が設けられるが、メタルバックは、蛍光膜作製後、蛍光膜の内面側表面の平滑化処理(通常フィルミングと呼ばれる)を行い、その後、A1を真空蒸着することで作製できる。フェースプレート86には、更に蛍光膜84の導電性を高めるため、蛍光膜84の外面側に透明電極(不図示)が設けられる場合もある。

#### 【0105】3) 封着

つぎに、封着技術を用いて図8と図9に示すような外囲器を作成する。前述した電子源基板71、リアプレート81、発光表示板86を支持枠82およびスペーサを介し配置する。フェースプレート86、支持枠82、リアプレート81の接合部にフリットガラスを塗布し、大気中あるいは窒素雰囲気中で焼成することで封着する。封着を行う際、カラーの場合は各色蛍光体と電子放出素子とを対応させなくてはならないため、十分な位置合わせを行う。また、同様な封着技術により、後のエージング工程で使用する真空計を外囲器に接続することができる。

#### 【0106】4) 排気

以上のようにして完成したガラス容器内の雰囲気は排気管(図示せず)を通じ真空ポンプにて排気する。

#### 【0107】5) フォーミング

つづいて、フォーミング工程を施す。このフォーミング工程は先に述べたように通電処理による方法によって行うことができる。

【0108】このように作成された電子放出部3は、パラジウム元素を主成分とする微粒子が分散配置された状態となり、その微粒子の平均粒径を例えば30Åとすることができる。

#### 【0109】6) 活性化

フォーミングを終えた素子に活性化処理を施し、電子放出部及びその近傍に炭素及び炭素化合物を堆積する。活性化工程は、先に述べたように、例えば、有機物質のガスを外囲器内に導入し、パルスの印加を繰り返すことで行うことができる。

【0110】活性化処理に用いられる電圧パルス波型は任意のものが可能であり、方形波、三角波、サイン波、台形波等が挙げられる。また、図18のa)のように、常にある片方の極性のパルスを印加する手法や、図18のb)のように代わる代わる逆の極性のパルスを印加する手法などがある。電圧パルスの波高値(活性化電圧 $V_{act}$ )は固定電圧で行う手法や、時間とともに徐々に電圧を増加させて行う手法などがある。上記活性化処理をした表面伝導型電子放出素子は素子電圧を印加し、素子表面に電流を流すことにより、上述電子放出部3より十分な量の電子を放出する。

#### 【0111】7) 安定化

活性化後には、以下の安定化工程を行うのが望ましい。この工程も先に述べた方法で行うことができる。

#### 【0112】8) 封止/ゲッター

安定化後、不図示の排気管をガスバーナーで熱することで溶着し外囲器の封止を行う。外囲器88の封止後の真空度を維持するために、ゲッター処理を行なうこともできる。これは、外囲器88の封止を行う直前あるいは封止後に、抵抗加熱あるいは高周波加熱等を用いた加熱により、外囲器88内の所定の位置(不図示)に配置されたゲッターを加熱し、蒸着膜を形成する処理である。ゲッターは通常Ba等が主成分であり、該蒸着膜の吸着作用により、たとえば $1 \times 10^{-9}$ Torr以下の真空度を維持するものである。

#### 9) エージング

封止、ゲッターフラッシュ後、先に詳述したエージング工程を施す。また、ここでは、封止後にエージングを施したが、封止前すなわち安定化後に行ってもよい。

【0113】以上のように完成した本発明の画像表示装置において、各電子放出素子には、容器外端子 $D \times 1$ ないし $D \times m$ 、 $Dy1$ ないし $Dyn$ を通じ、走査信号及び変調信号を不図示の信号発生手段よりそれぞれ、印加することにより、電子放出させ、高圧端子 $Hv$ を通じてメタルバック85あるいは透明電極(不図示)に数kV以上の高圧を印加して電子ビームを加速し、蛍光膜84に衝突させ、励起・発光させることで画像を表示する。

#### 【0114】

【実施例】以下、具体的な実施例を挙げて本発明を詳しく説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではなく、本発明の目的が達成される範囲内での各要素の置換や設計変更がなされたものをも包含する。

【0115】(実施例1) 本実施例は、電子源基板に多数の表面伝導電子放出素子を単純マトリクス配置した画

像形成装置の例である。素子の数は、x方向、y方向共に100個である。また、本実施例はエーシング工程において、初期状態として $V_a=8kV$ とし、画像形成装置と同一の模擬の画像形成装置の電子放出特性をもとに、適正に駆動パルス幅を制御し、画像表示時の最大パルス幅（駆動周波数の周期／走査線本数）近辺、 $V_a=8kV$ としてエーシングを終了する手法が用いられている。

#### 【0116】1) 電子源基板の作成

本実施例においては、図13に示すような電子源基板を作成した。製造方法を図15及び図16に基づいて工程順に従って具体的に説明する。図13～図16で、同じ記号を示したものは、同じものを示す。ここで71は電子源基板、72は図7のDxmに対応するX方向配線（下配線とも呼ぶ）、73は図7のDymに対応するY方向配線（上配線とも呼ぶ）、3は導電性薄膜、4、5は素子電極、151は層間絶縁層、152は、素子電極5と下配線72と電気的接続のためのコンタクトホールである。尚、以下の各工程a～hは、図15及び図16の(a)～(h)に対応するものである。

【0117】工程-a（下配線形成）：清浄化した青板ガラス上に厚さ0.5 $\mu m$ のシリコン酸化膜をスパッタ法で形成した基板1上に、真空蒸着により厚さ50ÅのCr、厚さ6000ÅのAuを順次堆積した後、フォトレジスト（AZ1370 ヘキスト社製）をスピナーにより回転塗布、ベークした後、フォトリソ像を露光、現像して、下配線72のレジストパターンを形成し、Au/Cr堆積膜をウェットエッチングして、所望の形状の下配線72を形成する。

【0118】工程-b（層間絶縁層形成）：次に、厚さ1.0ミクロンのシリコン酸化膜からなる層間絶縁層151をRFスパッタ法により堆積する。

工程-c（コンタクトホール形成）：工程bで堆積したシリコン酸化膜にコンタクトホール152を形成するためのフォトレジストパターンを作り、これをマスクとして層間絶縁層151をエッチングしてコンタクトホール152を形成する。エッチングは $CF_4$ と $H_2$ ガスを用いたRIE（Reactive Ion Etching）法によった。

工程-d（素子電極形成）：その後、素子電極2と素子電極間ギャップGとなるべきパターンをフォトレジスト（RD-2000N-41 日立化成社製）形成し、真空蒸着法により、厚さ50ÅのTi、厚さ1000ÅのNiを順次堆積した。フォトレジストパターンを有機溶剤で溶解し、Ni/Ti堆積膜をリフトオフし、素子電極間隔Lは3 $\mu m$ とし、素子電極の幅Wが300 $\mu m$ である素子電極4、5を形成した。工程-e：素子電極4、5の上に上配線73のフォトレジストパターンを形成した後、厚さ50ÅのTi、厚さ5000ÅのAuを順次真空蒸着により堆積し、リフトオフにより不要の部分を除去して、所望の形状の上配線73を形成した。

工程-f：次に、膜厚100nmのCr膜153を真空蒸着により堆積・パターニングし、そのうえに有機Pd（ccp4230奥野製薬（株）社製）をスピナーにより回転塗布し、300℃で10分間の加熱焼成処理をした。また、こうして形成された主元素としてPdよりなる微粒子からなる導電性薄膜3の膜厚は100Å、シート抵抗値は $5 \times 10^4 \Omega/\square$ であった。なおここで述べる微粒子膜とは、先に述べたように、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造として、微粒子が個々に分散配置した状態のみならず、微粒子が互いに隣接、あるいは、重なり合った状態（島状も含む）の膜をさし、その粒径とは、前記状態で粒子形状が認識可能な微粒子についての径をいう。

工程-g：Cr膜153および焼成後の導電性薄膜4を酸エッチャントによりエッチングして所望のパターンを形成した。

工程-h：コンタクトホール152部分以外にレジストを塗布するようなパターンを形成し、真空蒸着により厚さ50ÅのTi、厚さ5000ÅのAuを順次堆積した。リフトオフにより不要の部分を除去することにより、コンタクトホール152を埋め込んだ。

【0119】以上の工程により絶縁性基板01上に下配線72、層間絶縁層151、上配線73、素子電極4、5導電性薄膜3等を形成した。

【0120】2) 発光表示板（フェースプレート）作成  
蛍光膜は、モノクロームの場合は蛍光体のみから成るが、本実施例では図9（a）に示すように蛍光体はストライプ形状を採用し、先にブラックストライプを形成し、その間隙部に各色蛍光体を塗布し、蛍光膜を作製した。ブラックストライプの材料として通常良く用いられている黒鉛を主成分とする材料を用いた。ガラス基板83に蛍光体を塗布する方法はスラリー法を用いた。また、蛍光膜84の上には通常メタルバック85が設けられる。メタルバックは、蛍光膜作製後、蛍光膜の内面側表面の平滑化処理（通常フィルミングと呼ばれる）を行い、その後、A1を真空蒸着することで作製した。フェースプレート86には、更に蛍光膜84の導伝性を高めるため、蛍光膜84の外側面に透明電極（不図示）が設けられる場合もあるが、本実施例では、メタルバックのみで十分な導電性が得られたので省略した。

#### 【0121】3) 封着

以上のようにして作成した電子源基板及び発光表示板を封着技術を用いて外囲器を構成した。図8を用いて説明する。電子源基板71をリアプレート81上に固定した後、基板71の5mm上方に、フェースプレート86を支持棒82を介し配置し、フェースプレート86、支持棒82、リアプレート81の接合部にフリットガラスを塗布し、大気中で410℃で10分、焼成することで封着した（図8）。また、リアプレート81への電子源基板71の固定もフリットガラスで行った。前述の封着を行う際、カラー

の場合は各色蛍光体と電子放出素子とを対応させなくてはいいけないため、十分な位置合わせを行った。

#### 【0122】4) 排気

以上のようにして完成した外囲器内のを排気管(図示せず)を通じ真空ポンプにて十分な真空度まで排気した。

#### 【0123】5) フォーミング

排気後、容器外端子Dxo1ないしDoxmとDoy1ないしDoy nを通じ電子放出素子74の電極4、5間に電圧を印加し、電子放出部2を、導電性薄膜3をフォーミング処理することにより作成した。フォーミング処理の電圧波形を図4(b)に示す。

【0124】図4(b)中、T<sub>1</sub>及びT<sub>2</sub>は電圧波形のパルス幅とパルス間隔であり、本実施例ではT<sub>1</sub>を1ミリ秒、T<sub>2</sub>を10ミリ秒とし、矩形波の波高値(フォーミング時のピーク電圧)は0.1Vステップで昇圧し、フォーミング処理を行なった。フォーミング電圧は8.5Vであった。

#### 【0125】6) 活性化工程

続いて、アセトンを真空装置外囲器内に導入し、2mTorrの真空雰囲気気を維持し、容器外端子Dxo1ないしDoxmとDoy1ないしDoy nを通じ電子放出素子74の電極4、5間に図18(b)のような代わる代わる逆の極性の方形波電圧パルスを印加して約30分の活性化処理を行った。ここで図18(b)のT<sub>1</sub>は1ms、T<sub>2</sub>は10msとし、活性化電圧Vactは17Vで行った。

#### 【0126】7) 安定化工程

活性化後に、真空雰囲気気を有機物質のほぼ存在しない、高真空に移行するため、安定化処理として、200℃のベーキングを5時間行った。

#### 【0127】8) 封止/ゲッタフラッシュ

不図示の排気管をガスバーナーで熱することで溶着し外囲器の封止を行った。さらに、封止後の真空度を維持するために、高周波加熱法でゲッター処理を行った。

#### 【0128】9) エージング工程

本実施例においては、画像形成装置の駆動時における脱ガス量は、電子放出電流と駆動デューティーと関係することから、予め、イオンゲージを取り付けた模擬の画像形成装置で素子劣化の起きにくい低いアノード電圧、例\*

表1

	I <sub>e</sub> (μA) 10分後	ΔI <sub>e</sub> (%) 10分後	I <sub>e</sub> (μA) 5時間後	ΔI <sub>e</sub> (%) 5時間後
実施例1	400	10.0	380	11.4
比較例1	300	20.0	250	24.0
比較例1'	420	11.0	270	21.0

\*例えば、V<sub>a</sub>=1kVにおいて、電子放出電流を計測し、単位時間当たり蛍光体に電子が当たる場合に、過剰に放出ガスが離脱しない条件、即ち、駆動パルス幅、駆動周波数、駆動素子数を任意のステップに決定し、それに基づいてエージングを行った。

①まず、アノード電圧V<sub>a</sub>を8kVに設定し、駆動電圧を16V、駆動する素子数は全素子数の半分に当たるx50ライン×y100個を開始条件とし、パルス幅5μs、駆動周波数10Hz固定で電子源駆動を開始し、そこから、パルス幅を1μs/minの速度で増加させて最終的に100μsまで増加した。

②続いて、最初に駆動した素子を除く残り半分の駆動素子数を、①と同様にしてエージングを行った。

③続いて、全ての素子をアノード電圧8kV、駆動周波数10Hz、駆動電圧16V、駆動パルス幅を100μsで駆動を開始し、駆動周波数の増加ステップを1Hz/minにし、60Hzに到達したところでエージングを終了した。

【0129】なお、本実施例は、駆動周波数、パルス幅、駆動素子数を任意の条件で増加させたが、パネルの大きさや、電子源素子の状態により必ずしも上記条件で固定する必要はなく、負荷の上げる速度や、順番を変えても同様の結果が得られる。

【0130】(比較例1及び1') 比較例1としてエージング工程を除いては、実施例1と同様に作成した。比較例1においてはエージング工程として、V<sub>a</sub>=8kVにおいて16V、60Hz/Pw100μsの駆動を1時間行った。

【0131】また、比較例1'として、封止/ゲッタフラッシュまで実施例1と同様に作成し、エージング工程を行わなかった。

【0132】以上のように完成した画像表示装置を、駆動電圧16V、アノード電圧6kVにおいて、全面白色点灯をおこなった。10min後及び5時間後の典型的な1ライン(100素子)のI<sub>e</sub>平均値及びI<sub>e</sub>ばらつき(ΔI<sub>e</sub>)は次のとおりであった。

【0133】

【表1】

このように、本実施例1及び比較例1'の画像形成装置 ※50※は、比較例1に比し、ライン欠陥や点欠陥がなく、かつ

## 31

高品位な（ばらつきの小さい）表示画像を長期にわたって安定して得られる画像形成装置であった。

【0134】また、本実施例1、比較例1'及び比較例1の画像形成装置をそれぞれ10台ずつ試作したところ、比較例1においては10台中5台において放電に伴う画像欠陥が生じたが、本実施例1及び比較例1'においては1台のみしか画像欠陥を生なせず、また実施例1のほうが比較例1'に比べ欠陥の度合いが小さかった。これより、本実施例の画像形成装置の製造方法は信頼性が高いことがわかった。

【0135】（実施例2）図17は実施例1の画像形成装置を、例えばテレビジョン放送をはじめとする種々の画像情報源より提供される画像情報を表示できるように構成した表示装置の一例を示すための図である。図中280はディスプレイパネル、261はディスプレイパネルの駆動回路、262はディスプレイコントローラ、263はマルチプレクサ、264はデコーダ、265は入出力インターフェース回路、266はCPU、267は画像形成回路、268、269及び270は画像メモリインターフェース回路、271は画像入力インターフェース回路、272及び273はTV信号受信回路、274は入力部である。（なお、本表示装置は、例えばテレビジョン信号のように映像情報と音声情報の両方を含む信号を受信する場合には、当然映像の表示と同時に音声を再生するものであるが、本発明の特徴と直接関係しない音声情報の受信、分離、再生、処理、記憶等に関する回路やスピーカー等については説明を省略する。）まず、TV信号受信回路273は、例えば電波や空間光通信等のような無線伝送系を用いて伝送されるTV画像信号を受信するための回路である。受信するTV信号の方式は特に限られるものではなく、例えば、NTSC方式、PAL方式、SECAM方式等の諸方式でもよい。また、これらよりさらに多数の走査線よりなるTV信号（例えばMUSE方式をはじめとするいわゆる高品位TV）は、大面積化や大画素数化に適した前記ディスプレイパネルの利点を生かすのに好適な信号源である。TV信号受信回路273で受信されたTV信号はデコーダ264に出力される。

【0136】また、画像TV信号受信回路272は、例えば同軸ケーブルや光ファイバー等のような有線伝送系を用いて伝送されるTV画像信号を受信するための回路である。前記TV信号受信回路273と同様に、受信するTV信号の方式は特に限られるものではなく、また本回路で受信されたTV信号もデコーダ264に出力される。

【0137】また、画像入力インターフェース回路271は、例えばTVカメラや画像読取スキャナ等の画像入力装置から供給される画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた画像信号はデコーダ264に出力される。

## 32

【0138】また、画像メモリインターフェース回路270は、ビデオテープレコーダ（以下VTRと略す）に記憶されている画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた画像信号はデコーダ264に出力される。

【0139】また、画像メモリインターフェース回路269は、ビデオディスクに記憶されている画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた画像信号はデコーダ264に出力される。

【0140】また、画像メモリインターフェース回路268は、いわゆる静止画ディスクのように、静止画像データを記憶している装置から画像信号を取り込むための回路で、取り込まれた静止画像データはデコーダ264に出力される。

【0141】また、入出力インターフェース回路265は、本表示装置と、外部のコンピュータ、コンピュータネットワークもしくはプリンタ等の出力装置とを接続するための回路である。画像データや文字・図形情報の入出力を行うのはもちろんのこと、場合によっては本表示装置の備えるCPU266と外部との間で制御信号や数値データの入出力等を行うことも可能である。

【0142】また、画像形成回路267は、前記入出力インターフェース回路265を介して外部から入力される画像データや文字・図形情報や、あるいはCPU266より出力される画像データや文字・図形情報に基づき、表示用画像データを生成するための回路である。本回路の内部には、例えば画像データや文字・図形情報を蓄積するための書き換え可能メモリや、文字コードに対応する画像パターンが記憶されている読み出し専用メモリや、画像処理を行うためのプロセッサ等をはじめとして画像の生成に必要な回路が組み込まれている。

【0143】本回路により生成された表示用画像データは、デコーダ264に出力されるが、場合によっては前記入出力インターフェース回路265を介して外部のコンピュータネットワークやプリンタに出力することも可能である。

【0144】また、CPU266は、主として本表示装置の動作制御や、表示画像の生成、選択、編集に関わる作業を行う。

【0145】例えば、マルチプレクサ263に制御信号を出力し、ディスプレイパネル280に表示する画像信号を適宜選択したり組み合わせたりする。また、その際には表示する画像信号に応じてディスプレイパネルコントローラ262に対して制御信号を発生し、画面表示周波数や走査方法（例えばインターレースかノンインターレースか）や一画面の走査線の数等の表示装置の動作を適宜制御する。

【0146】また、前記画像生成回路267に対して画像データや文字・図形情報を直接出力したり、あるいは前記入出力インターフェース回路265を介して外部のコンピュータやメモリをアクセスして画像データや文字

・図形情報を入力する。

【0147】なお、CPU266は、無論これ以外の目的の作業にも関わるものであってもよい。例えば、パーソナルコンピュータやワードプロセッサ等のように、情報を生成したり処理する機能に直接関わってもよい。

【0148】あるいは、前述したように入出力インターフェース回路265を介して外部のコンピュータネットワークと接続し、例えば数値計算等の作業を外部機器と協同して行ってもよい。

【0149】また、入力部274は、前記CPU266 10に使用者が命令やプログラム、あるいはデータなどを入力するためのものであり、例えばキーボードやマウスの他、ジョイスティック、バーコードリーダー、音声認識装置等多様な入力機器を用いることが可能である。

【0150】また、デコーダ264は、前記267乃至273より入力される種々の画像信号を3原色信号、または輝度信号とI信号、Q信号に変換するための回路である。なお、同図中に点線で示すように、デコーダ264は内部に画像メモリを備えるのが望ましい。これは、例えばMUSE方式をはじめとして、逆変換するに際して画像メモリを必要とするようなテレビ信号を扱うためである。また、画像メモリを備えることにより、静止画の表示が容易になる、あるいは前記画像生成回路267及びCPU266と協同して画像の間引き、補間、拡大、縮小、合成をはじめとする画像処理や編集が容易に行えるようになるという利点が生れるからである。

【0151】また、マルチプレクサ263は前記CPU266より入力される制御信号に基づき表示画像を適宜選択するものである。すなわち、マルチプレクサ263はデコーダ264から入力される逆変換された画像信号 30のうちの所望の画像信号を選択して駆動回路261に出力する。その場合には、一画面表示時間内で画像信号を切り換えて選択することにより、いわゆる多画面テレビのように、一画面を複数の領域に分けて領域によって異なる画像を表示することも可能である。

【0152】また、ディスプレイパネルコントローラ262は、前記CPU266より入力される制御信号に基づき駆動回路261の動作を制御するための回路である。

【0153】まず、ディスプレイパネルの基本的な動作 40に関わるものとして、例えばディスプレイパネルの駆動用電源（不図示）の動作シーケンスを制御するための信号を駆動回路261に対して出力する。

【0154】また、ディスプレイパネルの駆動方法に関わるものとして、例えば画面表示周波数や走査方法（例えばインターレースかノンインターレースか）を制御するための信号を駆動回路261に対して出力する。

【0155】また、場合によっては表示画像の輝度、コントラスト、色調、シャープネスといった画質の調整に関わる制御信号を駆動回路261に対して出力する場合 50

もある。

【0156】また、駆動回路261は、ディスプレイパネル280に印加する駆動信号を発生するための回路であり、前記マルチプレクサ263から入力される画像信号と、前記ディスプレイパネルコントローラ262より入力される制御信号に基づいて動作するものである。

【0157】以上、各部の機能を説明したが、図17に例示した構成により、本表示装置においては多様な画像情報源より入力される画像情報をディスプレイパネル270に表示することが可能である。すなわち、テレビジョン放送をはじめとする各種の画像信号はデコーダ264において逆変換された後、マルチプレクサ263において適宜選択され、駆動回路261に輸入される。一方、ディスプレイコントローラ262は、表示する画像信号に応じて駆動回路261の動作を制御するための制御信号を発生する。駆動回路261は、上記画像信号と制御信号に基づいてディスプレイパネル280に駆動信号を印加する。これにより、ディスプレイパネル280において画像が表示される。これらの一連の動作は、CPU266により統括的に制御される。

【0158】また、本表示装置においては、前記デコーダ264に内蔵する画像メモリや、画像生成回路267及びCPU266が関与することにより、単に複数の画像情報の中から選択したものを表示するだけでなく、表示する画像情報に対して、例えば拡大、縮小、回転、移動、エッジ強調、間引き、補間、色変換、画像の縦横比変換等を初めとする画像処理や、合成、消去、接続、入れ換え、はめ込み等をはじめとする画像編集を行うことも可能である。また、本実施例の説明では、特に触れなかったが、上記画像処理や画像編集と同様に、音声情報に関しても処理や編集を行なうための専用回路を設けてもよい。

【0159】したがって、本表示装置は、テレビジョン放送の表示機器、テレビ会議の端末機器、静止画像及び動画画像を扱う画像編集機器、コンピューターの端末機器、ワードプロセッサをはじめとする事務用端末機器、ゲーム機等の機能を一台で兼ね備えることが可能で、産業用あるいは民生用として極めて応用範囲が広い。

【0160】なお、上記図17は、本発明にかかる画像形成装置を用いた表示装置の構成の一例を示したに過ぎず、本発明により得られた画像形成装置の用途はこれのみに限定されるものでないことは言うまでもない。例えば図17の構成要素のうち使用目的上必要のない機能に関わる回路は省いても差し支えない。またこれとは逆に、使用目的によってはさらに構成要素を追加してもよい。例えば、本表示装置をテレビ電話機として応用する場合には、テレビカメラ、音声マイク、照明機、モデムを含む送受信回路等を構成要素に追加するのが好適である。

【0161】本表示装置においては、とりわけ表面伝導

型電子放出素子を電子源とするディスプレイパネルの薄型化が容易なため、表示装置の奥行きを小さくすることができる。それに加えて、表面伝導型電子放出素子を電子源とするディスプレイパネルは大画面化が容易で輝度が高く視野角特性にも優れるため、本表示装置は臨場感にあふれる迫力に富んだ画像を視認性よく表示することが可能である。

【0162】さらに、本発明における電子源は各表面伝導型電子放出素子間での電子放出特性が均一であるため、形成される画像の画質が高く、また高精細な画像の表示も可能である。

【0163】（実施例3）本実施例では、封止までの工程を実施例1と同様に作成した後、図19に示すようなエージング装置を用い、画像形成装置に接続されたイオンゲージによる全圧測定をもとに、駆動パルス幅及びアノード電圧 $V_a$ のフィードバック制御を行う手法を用いた。図21は本実施例のエージング工程における、プロセス制御の方法を簡略的に示すフローチャート図である。

a) エージング開始条件は、アノード電圧 $V_a=0$ とし、 $V_f=16V$ の60Hz走査駆動とした。

b) エージング動作開始と共に、1min毎にc)全圧(P(Torr))を測定し、以下の制御論理をもとに、この全圧を基に駆動パルス幅および $V_a$ にフィードバックd)、e)をかけた。ここでの制御論理は、全圧が規定全圧 $10^{-7}$ Torr以下の場合のときには、アノード電圧を500V増加し、駆動パルス幅を1 $\mu s$ 増加させる。全圧が $10^{-7}$ Torr以上のときは、アノード電圧を500V減少、駆動パルス幅を1 $\mu s$ 減少するとした。

【0164】また、真空度が $P<5\times 10^{-5}$ Torrになったさいには、g)緊急停止する( $V_a=0$ )にする機能も付与されている(判断2)。最終的なf)エージング終了基準(判断1)は、駆動パルス幅が100 $\mu s$ 及び $V_a=8kV$ とし、その条件が満たされた時、エージングを終了した。エージングに用いた時間は約一時間であった。

【0165】また、実施例3'としてエージング工程を除いては、実施例1と同様に作成した。実施例3'においてはエージング工程として、16V、60Hzの駆動において、 $V_a$ を8kVとし、駆動パルス幅を1~100 $\mu s$ まで0.5 $\mu s/min$ のレートで上昇させた。

【0166】実施例3および3'の画像形成装置は、比較例1と比し、素子欠陥のない高品位な(ばらつきの小さい)表示画像を長期にわたって安定して得られる画像

形成装置であった。さらに、本実施例の画像形成装置の製造方法は信頼性が高かった。

【0167】（実施例4）本実施例4においては、7)安定化工程まで実施例1と同様に作成した。続いて、以下説明するエージング工程を施し、その次にゲッターフラッシュを行い、最後に封止を行った。以下本実施例4のエージング工程について説明する。

【0168】本実施例のエージング工程においては、画像形成装置に接続された四重極マススペクトロメータにより測定される $H_2O$ 分圧をもとに、駆動電圧 $V_f$ のフィードバック制御を行う手法を用いた。

【0169】本実施例のエージング工程におけるプロセス制御フローは図22に準ずる。a)~g)について以下に説明する。

【0170】a)エージング開始条件は、 $V_a=6kV$ 、 $V_f=10V$ とした。

【0171】b)エージング動作開始と共に、1min毎にc)マスナンバー18による $H_2O$ 分圧 $P(H_2O)$ (Torr)を測定し、以下の制御論理2をもとに、この $H_2O$ 分圧を基に $V_f$ にフィードバック制御d)、e)した。ここでの制御論理は、式：

$$\Delta V_f = -(\log P(H_2O) + 8) \times 0.2 [V]$$

$$V_f = V_f + \Delta V_f$$

で示される。すなわち、設定電圧が $V_f$ であった場合には $V_f + \Delta V_f$ に変更するとした。このような制御により、 $P(H_2O) < 10^{-8}$ Torrの際には $V_f$ が減少することになる。

【0172】また、全圧が $P < 5 \times 10^{-5}$ になった際には、g)緊急停止する( $V_a=0$ 、 $V_f=0$ )にする機能も付与されている(判断2)。最終的なエージング終了基準(判断1)は、 $V_f=16V$ とし、その条件が満たされた際に、エージングを終了した。エージングには一時間の時間を要した。

【0173】（比較例2）比較例2としてエージング工程を除いては、実施例4と同様に作成した。本比較例においてエージング工程として $V_a=6kV$ 、 $V_f=16V$ で一時間の処理を行った。

【0174】以上のように完成した画像表示装置を、駆動電圧16V、アノード電圧5kVにおいて、全面白色点灯をおこなった。10min後及び5時間後の典型的な1ライン(100素子)の $I_e$ 平均値及び $I_e$ ばらつき( $\Delta I_e$ )は次のとおりであった。

【0175】

【表2】

37  
表2

38

	Ie (μA) 10分後	ΔIe (%) 10分後	Ie (μA) 5時間後	ΔIe (%) 5時間後
実施例4	430	9.8	370	12.2
比較例2	420	11.0	240	26.0

このように、本実施例4の画像形成装置は、比較例2に比し、高品位な（ばらつきの小さい）表示画像を長期にわたって安定して得られる画像形成装置であった。さらに、本実施例の画像形成装置の製造方法は信頼性が高かった。

【0176】（実施例5）本実施例においては、図12に示すような、はしご型配置の電子源及びグリッド電極120を備えた画像形成装置を作成した。素子数は1行あたり10個とし、10行、合計100個配置した。

【0177】1）電子源基板の作成

本実施例においては、図11に示すような電子源基板を作成した。

工程-A（配線形成）：清浄化した青板ガラス上に厚さ0.5μmのシリコン酸化膜をスパッタ法で形成した基板1上に、真空蒸着により厚さ50ÅのCr、厚さ600ÅのAuを順次積層した後、フォトレジスト（AZ1370 ヘキスト社製）をスピナーにより回転塗布、バークした後、フォトリソ像を露光、現像して、配線のレジストパターンを形成し、Au/Cr堆積膜をウェットエッチングして、所望の形状の配線を形成する。

工程-B（素子電極形成）：その後、素子電極2と素子電極間ギャップGとなるべきパターンをフォトレジスト（RD-2000N-41 日立化成社製）形成し、真空蒸着法により、厚さ50ÅのTi、厚さ1000ÅのNiを順次堆積した。フォトレジストパターンを有機溶剤で溶解し、Ni/Ti堆積膜をリフトオフし、素子電極間隔Lは3μmとし、素子電極の幅Wを300μmを有する素子電極2、3を形成した。

工程-C：次に、膜厚100nmのCr膜153を真空蒸着により堆積・パターンニングし、そのうえに有機Pd（ccp4230 奥野製薬（株）社製）をスピナーにより回転塗布し、300℃で10分間の加熱焼成処理をした。また、こうして形成された主元素としてPdよりなる微粒子からなる導電性薄膜4の膜厚は100Å、シート抵抗値は $5 \times 10^4 \Omega/\square$ であった。なおここで述べる微粒子膜とは、先に述べたように、複数の微粒子が集合した膜であり、その微細構造として、微粒子が個々に分散配置した状態のみならず、微粒子が互いに隣接、あるいは、重なり合った状態（島状も含む）の膜をさし、その粒径とは、前記状態で粒子形状が認識可能な微粒子についての径をいう。

10\* 工程-D：Cr膜153および焼成後の導電性薄膜4を酸エッチャントによりエッチングして所望のパターンを形成した。

2）発光表示板（フェースプレート）作成

実施例1と同様にして作成した。

3）封着

以上のようにして作成した電子源基板及び発光表示板を封着技術を用いて図12に示すような外囲器を構成した。電子源基板の1mm上方にグリッドを、5mm上方にフェースプレートを支持棒を介し配置し、接合部にフリットガラスを塗布し、大気中で410℃で10分焼成することで封着した。各色蛍光体と電子放出素子とを対応させなくてはならないため、十分な位置合わせを行った。4）排気以降、8）封止/ゲッター工程までは、実施例1と同様にして作成した。本実施例のエージング工程においては、画像形成装置に接続された四重極マススペクトロメータによるO<sub>2</sub>分圧測定をもとに、グリッド電圧Vgとアノード電圧Vaのフィードバック制御を行う手法を用いた。本実施例のエージング工程におけるプロセス制御フローは図22に準ずる。a)~g)について以下に説明する。

a) エージング開始条件は、Va=0kV、Vf=15V、Vg=0Vとした。

b) エージング動作開始と共に、1min毎にc) マスナンバ32によるO<sub>2</sub>分圧P(O<sub>2</sub>) (Torr)を測定し、このO<sub>2</sub>分圧を基にVgをフィードバック制御d), e)した。ここでの、制御論理は、式：

$$\Delta Vg = -(\log P(O_2) + 9) \times 2 [V]$$

$$Vg = Vg + \Delta Vg$$

$$\Delta Va = -(\log P(O_2) + 9) \times 200 [V]$$

$$Vg = Vg + \Delta Vg$$

で示される。

【0178】このような制御により、P(O<sub>2</sub>) < 10<sup>-9</sup> Torrの際にはVg、Vaが増加し、P(O<sub>2</sub>) < 10<sup>-9</sup> Torrの際にはVg、Vaが減少することになる。また、全圧がP < 5 × 10<sup>-5</sup>になった際には、g) 緊急停止する (Vg=0、Va=0) にする機能も付与されている（判断2）。最終的なエージング終了基準（判断1）は、Vg=50V、Va=5kVとし、その条件が満たされた際に、エージングを終了した。エージングに要した時間は約50分であった。

\*50 【0179】（比較例3）比較例3としてエージング工



程を除いては、実施例5と同様に作成した。本比較例においてはエージング工程を行わなかった。

【0180】以上のように完成した画像表示装置を、駆動電圧15V、アノード電圧5kV、グリッド電圧50Vにおいて、全面白色点灯をおこなった。10min後及び5時間\*

\*後の典型的な1ライン(100素子)のIe平均値及びIeばらつき( $\Delta Ie$ )は次のとおりであった。

【0181】

【表3】

	Ie ( $\mu A$ ) 10分後	$\Delta Ie$ (%) 10分後	Ie ( $\mu A$ ) 5時間後	$\Delta Ie$ (%) 5時間後
実施例5	500	10.0	410	12.8
比較例3	520	10.6	300	21.0

このように、本実施例5の画像形成装置は、比較例3に比し、高品位な(ばらつきの小さい)表示画像を長期にわたって安定して得られる画像形成装置であった。さらに、本実施例の画像形成装置の製造方法は信頼性が高かった。

【0182】(実施例6)8) 封止/ゲッター工程まで実施例1と同様に作成した。本実施例のエージング工程においては、全圧を走査周波数にフィードバックし、電子源駆動電力により駆動電圧にフィードバックし、発光表示電力によりアノード電圧にフィードバックする、マルチ制御を行った。本実施例のエージング工程におけるプロセス制御フローは図21に準ずる。a)~g)について以下に説明する。

a) エージング開始条件は、 $V_a=0kV$ 、 $V_f=10V$ 、走査周波数 $SF=1Hz$ とした。

b) エージング動作開始と共に、1min毎にc)全圧P、電子源駆動電流、発光表示電流を測定し、これらの結果を基に $V_a$ 、 $V_f$ 、 $SF$ にフィードバック制御d)、e)する。ここでの、制御論理は、以下の式で示される。式：

$$\Delta V_a = -(\text{発光表示電力} - 0.1 \times t) \times 100 [V]$$

$$V_a = V_a + \Delta V_a$$

$$\Delta V_f = -(\text{電子源駆動電力} - 0.1 \times t) \times 0.2 [V]$$

$$V_a = V_a + \Delta V_a$$

$$\Delta SF = -(\log P + 7) \times 0.5 [Hz]$$

$$SF = SF + \Delta SF$$

ここで、発光表示電力とは、発光表示電流×アノード電圧、で計算された発光表示板に投入された電力であり、電子源駆動電力とは、電子源駆動電流×駆動電圧、を基に計算された電子源基板に投入した電力である。tはエージング開始からの時間(min)である。また、 $V_a$ は0~6kV、 $V_f$ は10~16V、 $SF$ は1~60Hzの範囲で制御される。この制御により、発光表示電力及び電子源駆動電流は1minあたり0.1Wの増加率で増加するように、制御される。また、走査周波数は全圧 $10^{-7} \text{ Torr}$ を基準として制御される。また、全圧が $P < 5 \times 10^{-5}$ になった際、もしくは発光表示電力が20W以上になった際には、g)緊急停止する( $V_a=0$ 、 $V_f=0$ )にする機能も付与されている(判断2)。最※50

※最終的なエージング終了基準(判断1)は、 $V_a=6kV$ 、 $V_f=16V$ 、 $SF=60Hz$ とし、その条件が満たされた際に、エージングを終了した。

【0183】本実施例の画像形成装置にTV駆動を行ったところ、比較例1に比し、高品位な表示画像を安定して得ることができた。さらに、本実施例の画像形成装置の製造方法は信頼性が高かった。

【0184】(実施例7)8) 封止/ゲッター工程まで実施例1と同様に作成した。本実施例のエージング工程においては、第1のシーケンスとして、全圧により走査周波数をフィードバック制御し、第1のシーケンス終了後に第2のシーケンスとして、全圧により駆動パルス幅をフィードバック制御する、一連の制御をおこなった。各シーケンスのプロセス制御フローは図20に準ずる。

【0185】第1のシーケンスとしては

a) エージング開始条件は、アノード電圧 $V_a=8kV$ 、 $V_f=16V$ とし、 $SF=1Hz$ とした。

b) エージング動作開始と共に、1min毎にc)全圧P(Torr)を測定し、この結果を基に走査周波数 $SF$ にフィードバック制御d)、e)する。ここでの、制御論理は、式：

$$\Delta SF = -(\log P + 7) \times 0.5 [Hz]$$

$$SF = SF + \Delta SF$$

で示される。

【0186】第1のシーケンス終了基準(判断1)は、 $SF=60Hz$ とし、この条件が満たされた際に第2のシーケンスに進むこととした。

【0187】第2のシーケンスとしては

a) エージング開始条件は、アノード電圧 $V_a=8kV$ 、 $V_f=16V$ 、駆動パルス $=1\mu s$ とし、電子源走査周波数は60Hzとした。

b) エージング動作開始と共に、1min毎にc)全圧P(Torr)を測定し、この結果を基に駆動パルスにフィードバック制御d)、e)する。ここでの、制御論理は式：

$$\Delta Pw = -(\log P + 7) \times 0.5 [\mu s]$$

$$Pw = Pw + \Delta Pw$$

で示される。

【0188】第2のシーケンス終了基準(判断1)は $Pw$



41

=30 $\mu$ sとした。また、一連のシーケンスを通して、 $P<5\times 10^{-5}$ になった際には、g)緊急停止する( $V_a=0$ 、 $V_f=0$ )にする機能も付与されている(判断2)。

【0189】本実施例の画像形成装置でTV駆動を行ったところ、比較例2に比し、高品位な表示画像を安定して得ることができた。さらに、本実施例の画像形成装置の製造方法は信頼性が高かった。

【0190】(実施例8)8)封止/ゲッター工程まで実施例1と同様に作成した。本実施例のエージング工程においては、第1のシーケンスとして、全圧により走査周波数をフィードバック制御し、第1のシーケンス終了後、第2のシーケンスとして、全圧によりアノード電圧をフィードバック制御する、一連の制御をおこなった。各シーケンスのプロセス制御フローは図20に準ずる。

【0191】第1のシーケンスとしては

a) エージング開始条件は、アノード電圧 $V_a=1$  kV、 $V_f=16$  Vとし、 $SF=1$  Hzとした。b) エージング動作開始と共に、1min毎にc)全圧( $Torr$ )を測定し、この結果を基に走査周波数 $SF$ にフィードバック制御d)、e)する。ここでの、制御論理は、式：

$$\Delta SF = -(\log P + 7) \times 0.5 [Hz]$$

$$SF = SF + \Delta SF$$

で示される。

【0192】第1のシーケンス終了基準(判断1)は、 $SF=60$  Hzとし、この条件が満たされた際に第2のシーケンスに進むこととした。

【0193】第2のシーケンスとしては

a) エージング開始条件は、アノード電圧 $V_a=1$  kV、 $V_f=16$  Vとし、電子源駆動条件は60 Hz走査とした。

b) エージング動作開始と共に、1min毎にc)全圧( $Torr$ )を測定し、この結果を基に $V_a$ にフィードバック制御d)、e)する。ここでの、制御論理は式：

$$\Delta V_a = -(\log P + 7) \times 0.5 [\mu s]$$

$$V_a = V_a + \Delta V_a$$

で示される。

【0194】第2のシーケンス終了基準(判断1)は $V_a=7$  kVとした。第2のシーケンス後、 $V_a=6$  kV、 $V_f=16$  Vとし、 $SF=60$  Hzで10分間駆動して、エージング工程を終了した。また、一連のシーケンスを通して、 $P<5\times 10^{-5}$ になった際には、g)緊急停止する( $V_a=0$ 、 $V_f=0$ )にする機能も付与されている(判断2)。

【0195】本実施例の画像形成装置でTV駆動を行ったところ、比較例1に比し、更に高品位な表示画像を安定して得ることができた。さらに、本実施例の画像形成装置の製造方法は信頼性が高かった。

【0196】

【発明の効果】本発明の画像形成装置は、エージング工程を施すことにより、パネル構成部材からのガス分子の脱離に伴う素子劣化を抑制することにより、点欠陥、ラ

42

イン欠陥等を抑制しの歩止りを向上低減することができ。また、動作初期の劣化を抑制することができるため、高輝度で安定な表示の画像形成装置を実現できる。

【0197】本発明は、特に、高温の真空ベークプロセスを行わずとも、上記効果を達成できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明で用いる平面型表面伝導型電子放出素子(表面伝導型電子放出素子)を示す概略的構成図であり、(a)は平面図、(b)は素子電極の配列方向に対して垂直な方向での断面図を示す。

【図2】垂直型表面伝導型電子放出素子(表面伝導型電子放出素子)を断面として示す概略的構成図である。

【図3】(a)～(c)は表面伝導型電子放出素子の製造方法を示す図である。

【図4】(a)及び(b)はフォーミング工程に用いる通電処理の電圧波形を示す図である。

【図5】本発明に係わる表面伝導型電子放出素子の基本的な測定評価系の一例を示す概略的構成図である。

【図6】表面伝導型電子放出素子の放出電流-素子電圧特性(I-V特性)の一例を示す図である。

【図7】単純マトリックス配置の電子源基板の概略的構成図である。

【図8】単純マトリックス配置の電子源基板を用いた画像形成装置に用いる表示パネルの一部を省略した概略的構成図である。

【図9】(a)及び(b)は、図8の表示パネルにおける蛍光膜を示す図である。

【図10】図8の表示パネルを駆動する駆動回路の一例を示す図である。

【図11】梯子型配置の電子源基板の概略的構成図である。

【図12】梯子型配置の電子源基板を用いた画像形成装置に用いる表示パネルの一部を省略した概略的構成図である。

【図13】電子源基板の一部を示す平面図である。

【図14】図13におけるA-A'断面図である。

【図15】(a)～(d)は電子源基板の製造手順を示す図である。

【図16】(e)～(h)は電子源基板の製造手順を示す図である。

【図17】実施例2における画像形成装置を示すブロック図である。

【図18】(a)及び(b)は極性のパルス印加手法を示す図である。

【図19】本発明のエージング手法及びエージング装置を示す図である。

【図20】本発明のエージング工程における制御方法を示すフローチャート図である。

【図21】本発明のエージング工程の制御方法の一例を示すフローチャート図である。

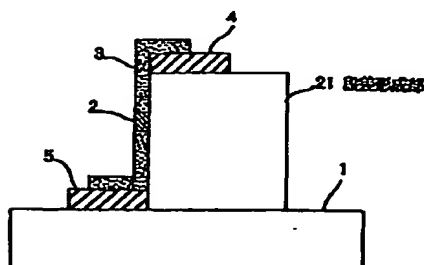
【図22】画像形成装置の製造工程を示す図である。  
 【図23】画像形成装置の製造工程を示す図である。  
 【図24】(a)～(c)は画像形成装置の動作条件と脱ガス量の関係の一例を示す図である。  
 【図25】画像形成装置の動作時間と脱ガス量の関係を示す図である。  
 【図26】真空度と電子源劣化速度との関係の一例を示す図である。  
 【図27】(a)及び(b)は真空度と電子源特性の劣化率の関係の一例を示す図である。  
 【図28】従来の画像形成装置の製造工程を示す図である。  
 【図29】(a)～(c)は、従来の画像形成装置の初期動作時における真空度の悪化にともない、真空放電、電子源劣化が生じる事を示す図である。  
 【図30】(a)～(c)は本発明の、エージング工程により真空度の悪化を回避し、真空放電、電子源劣化を抑制することができることを示す図

【符号の説明】

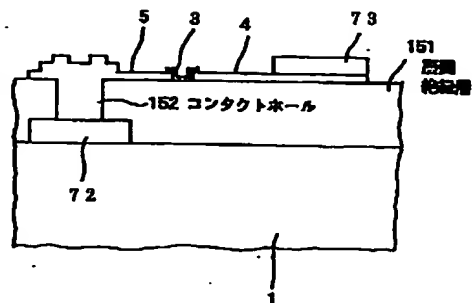
1 基板  
 2 電子放出部  
 3 導電性薄膜  
 4、5 素子電極  
 21 段差形成部材  
 50 素子電流Ifを測定するための電流計  
 51 電源  
 52 放出電流Ieを測定するための電流計  
 53 高圧電源  
 54 アノード電極  
 55 真空装置  
 56 排気ポンプ  
 71 電子源基板  
 72 x方向配線(下配線)  
 73 y方向配線(上配線)  
 74 表面伝導型電子放出素子  
 75 結線

81 リアプレート  
 82 支持棒  
 83 ガラス基板  
 84 蛍光膜  
 85 メタルバック  
 86 フェースプレート  
 88 外囲器  
 91 黒色導電材  
 92 蛍光体  
 101 表示パネル  
 102 走査回路  
 103 制御回路  
 104 シフトレジスタ  
 105 ラインメモリ  
 106 同期信号分離回路  
 107 変調信号発生器  
 110 電子源基板(はしご型配置)  
 111 電子放出素子  
 112 共通配線  
 120 グリッド電極  
 121 空孔  
 122、123 容器外端子  
 151 層間絶縁層  
 152 コンタクトホール  
 153 Cr層  
 301 コンピュータ  
 302 電子源駆動装置  
 303 電子源駆動電流測定器  
 304 真空計  
 305 アノード電源  
 306 発光表示電流測定器  
 307 表示画像分析器  
 308 表示パネル  
 309 電子源基板  
 310 発光表示板

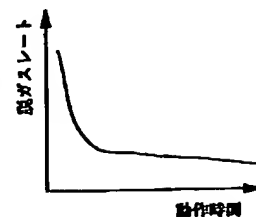
【図2】



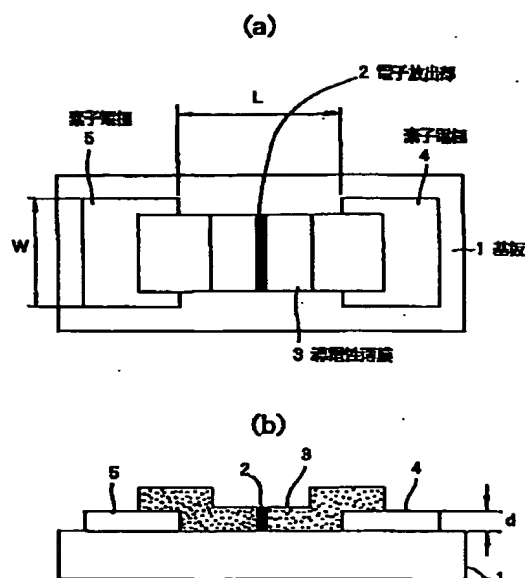
【図14】



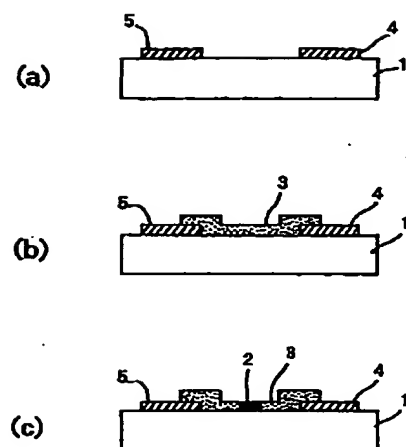
【図25】



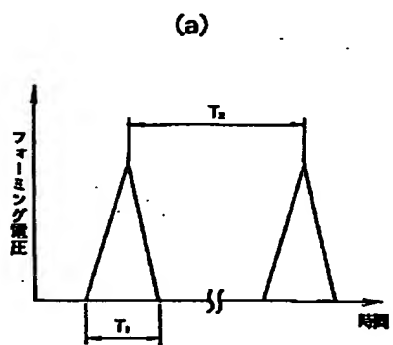
【図1】



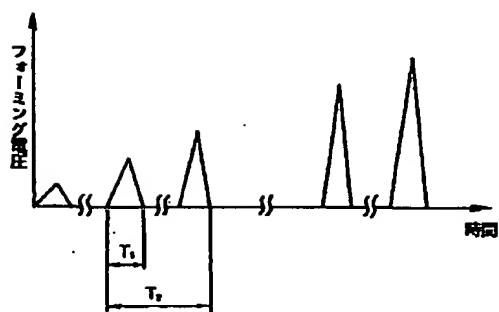
【図3】



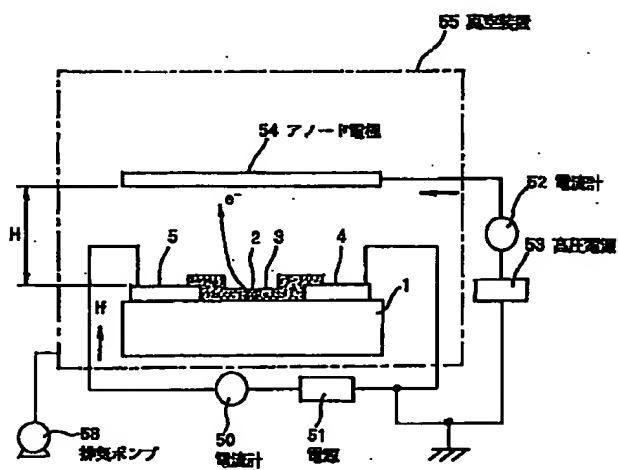
【図4】



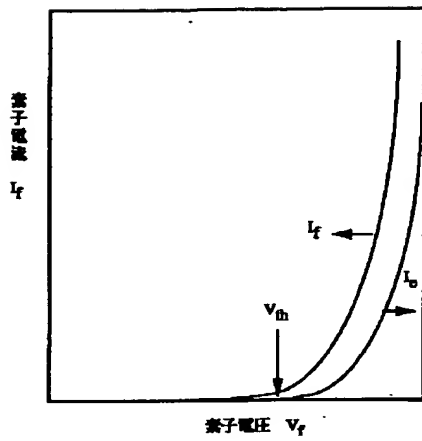
(b)



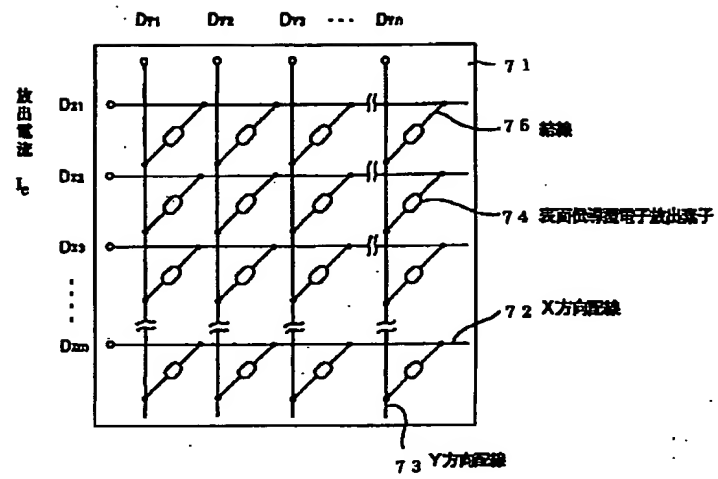
【図5】



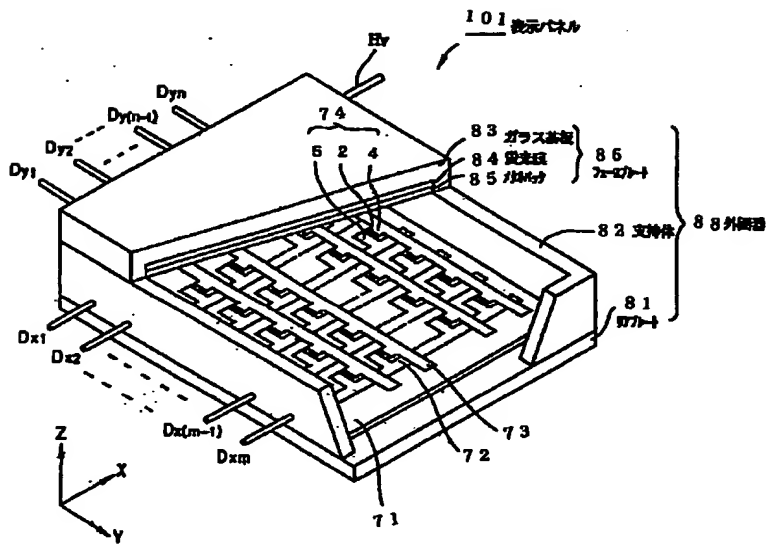
【図6】



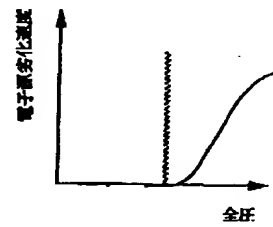
【図7】



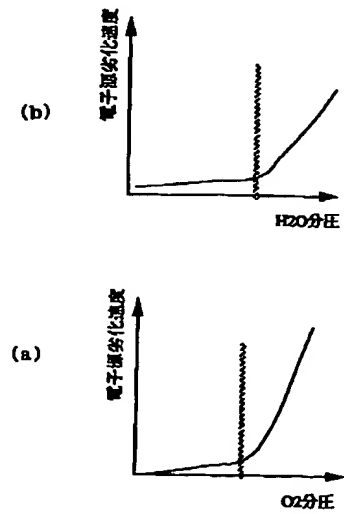
【図8】



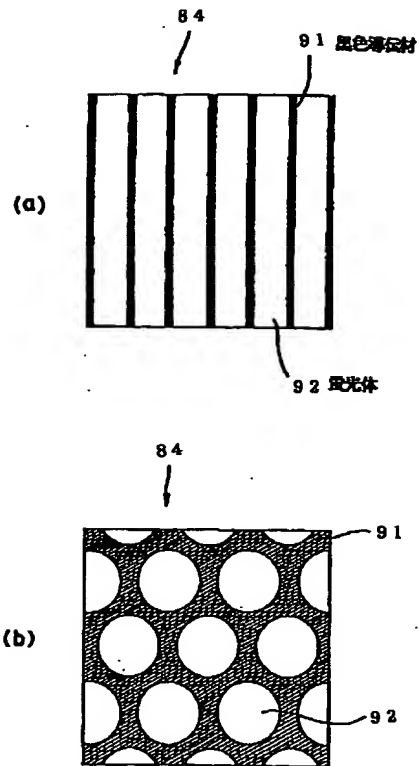
【図26】



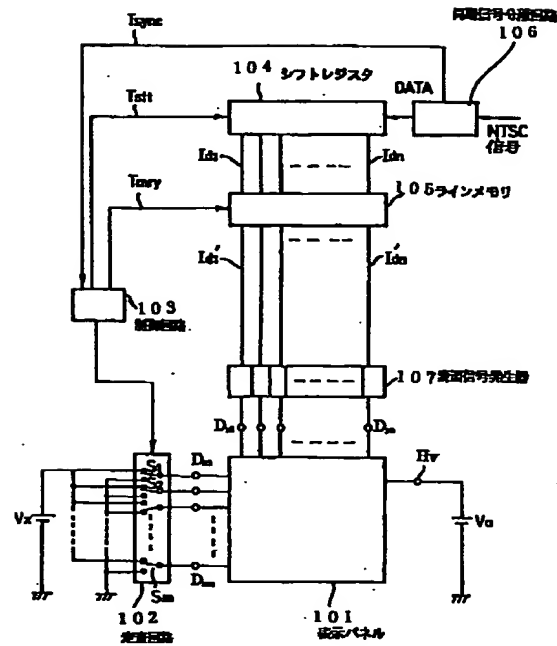
【図27】



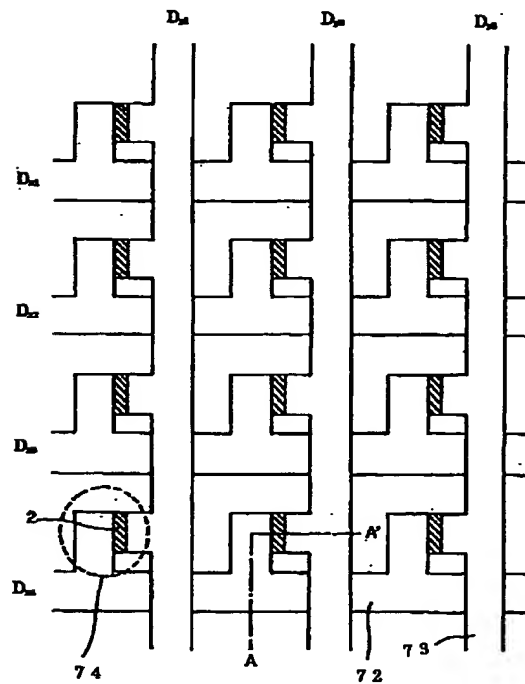
【図9】



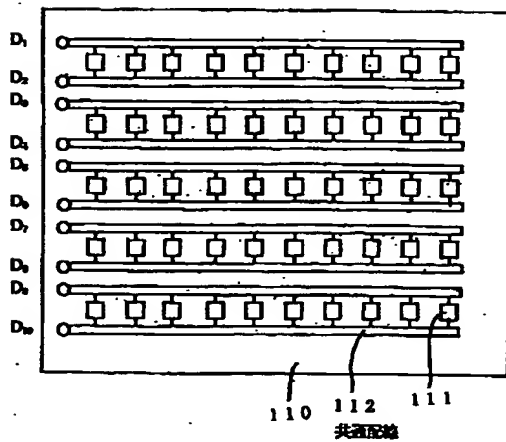
【図10】



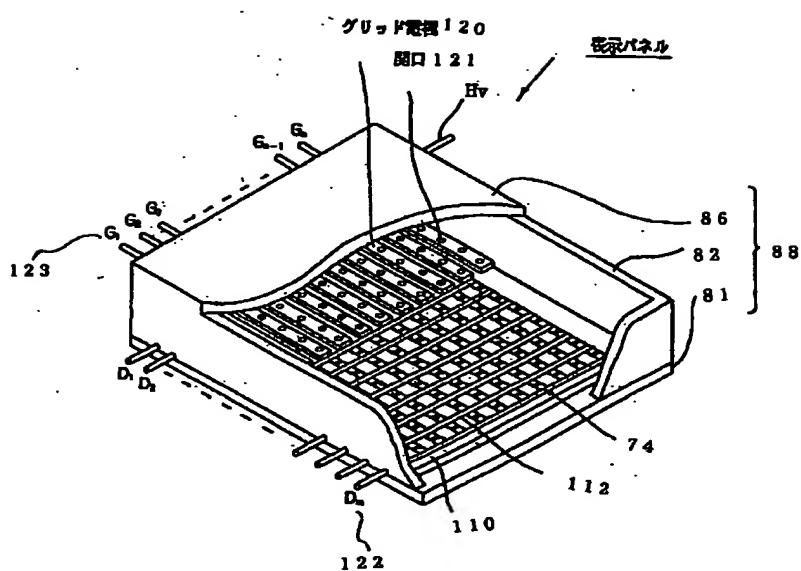
【図13】



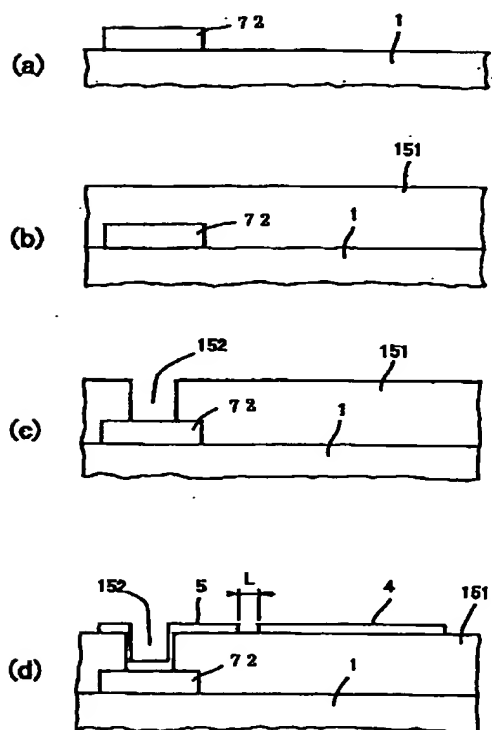
【図11】



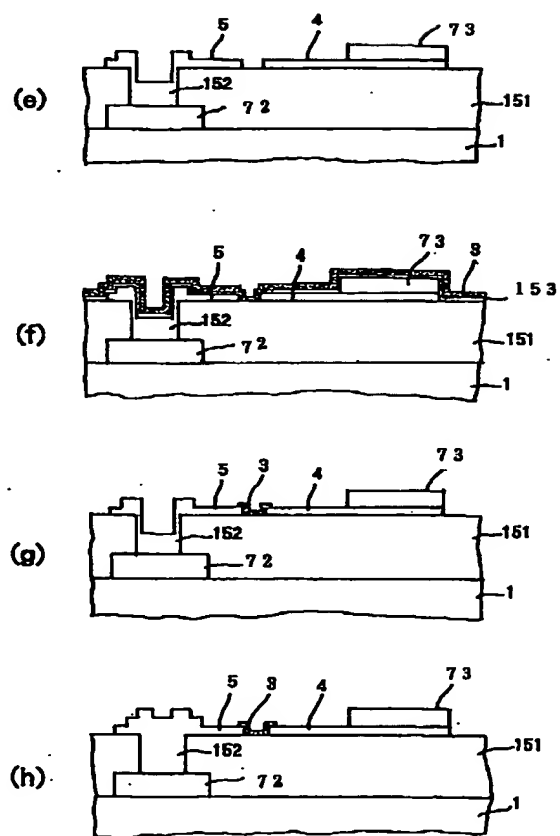
【図12】



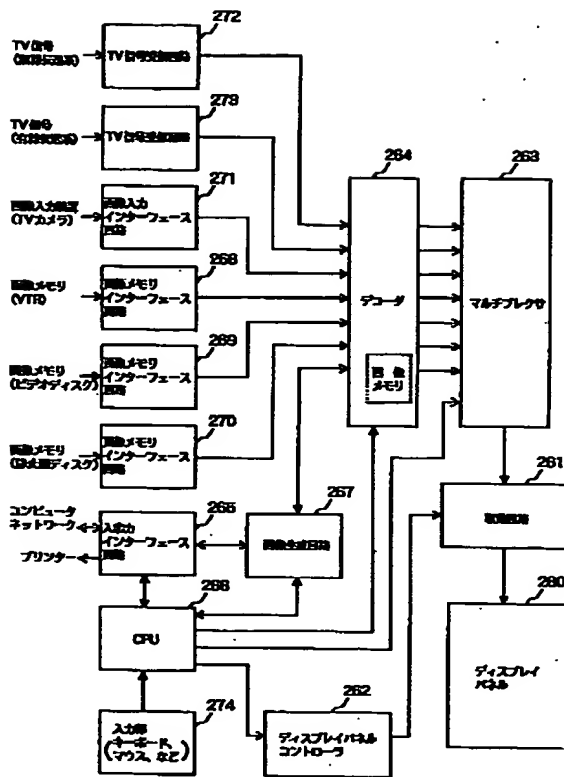
【図15】



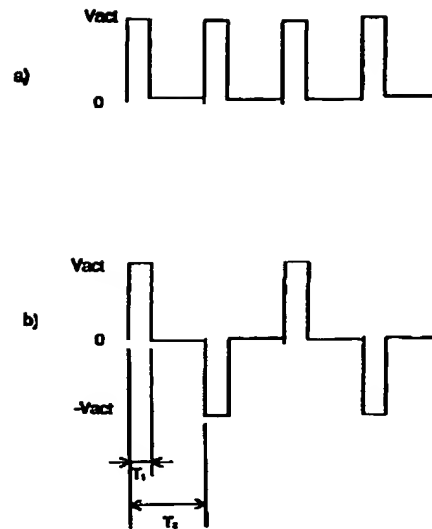
【図16】



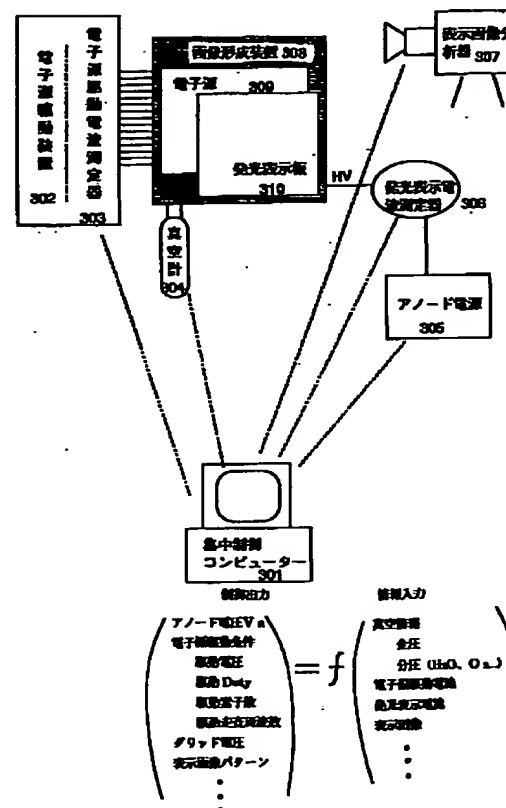
【图17】



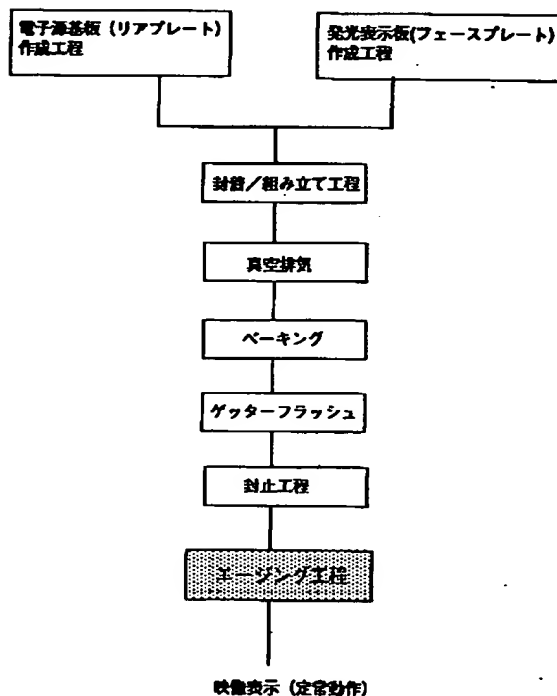
【図18】



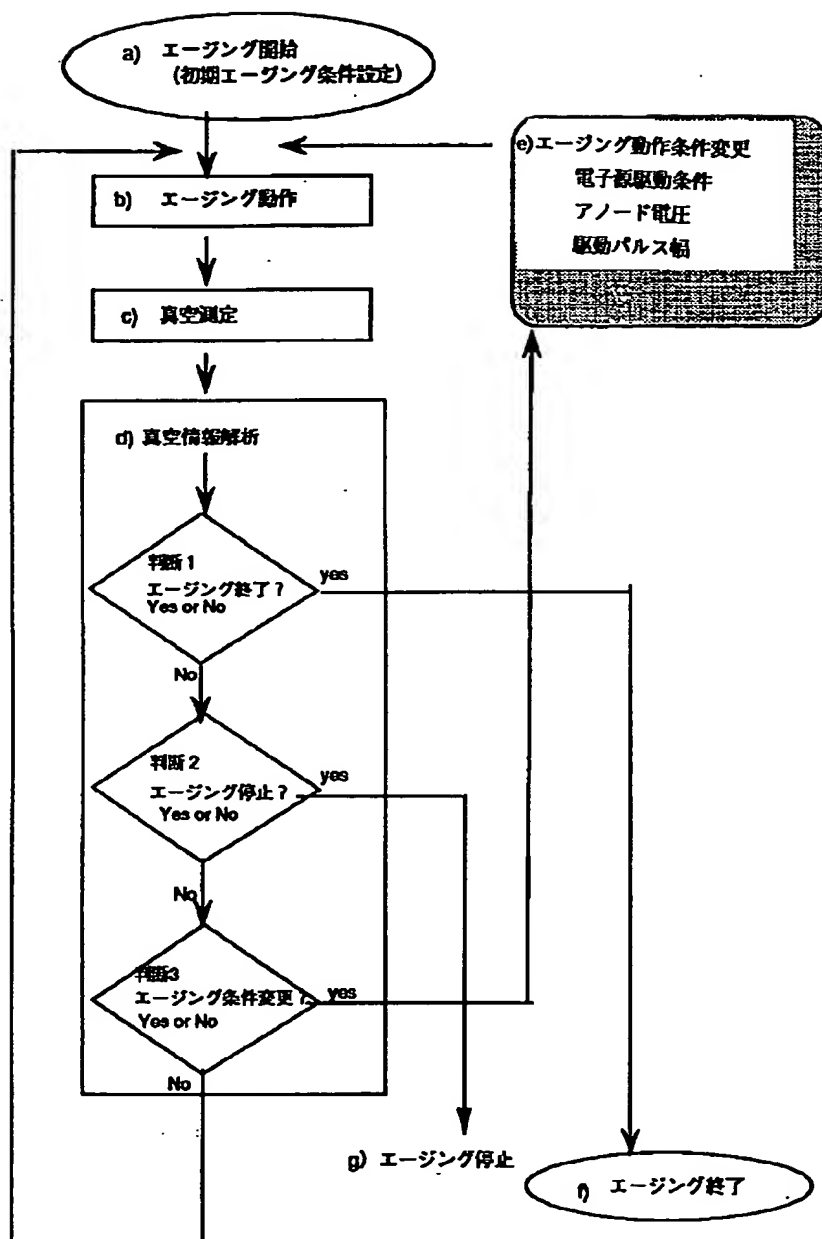
【図19】



【图22】

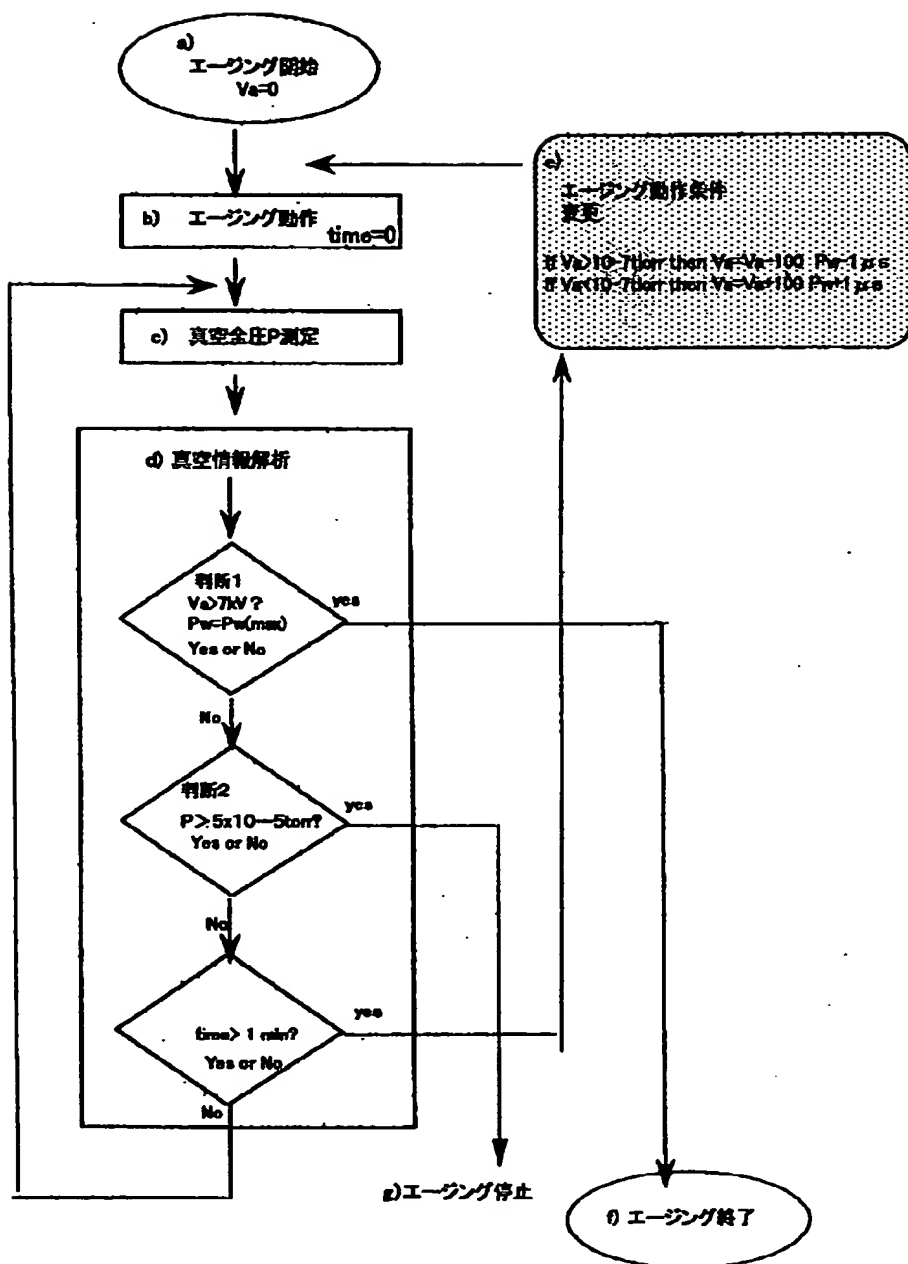


【図20】

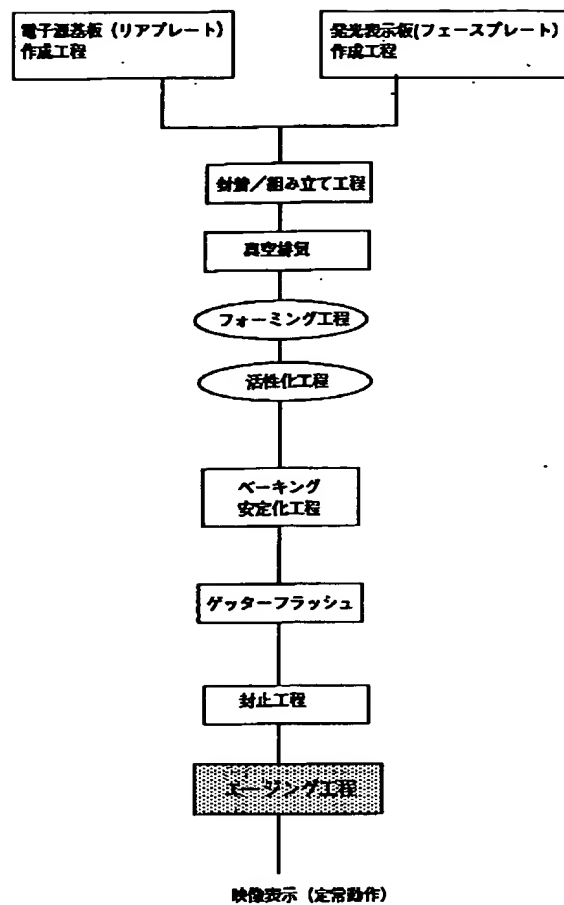




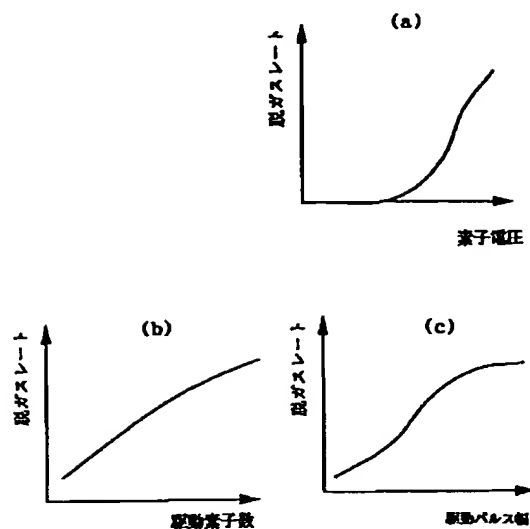
【図21】



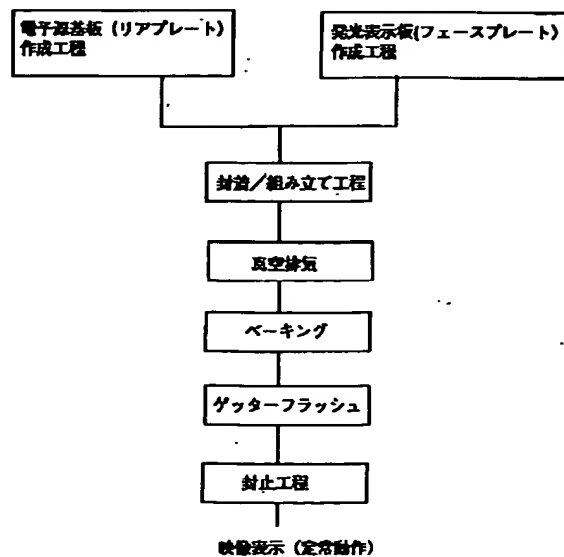
【図23】



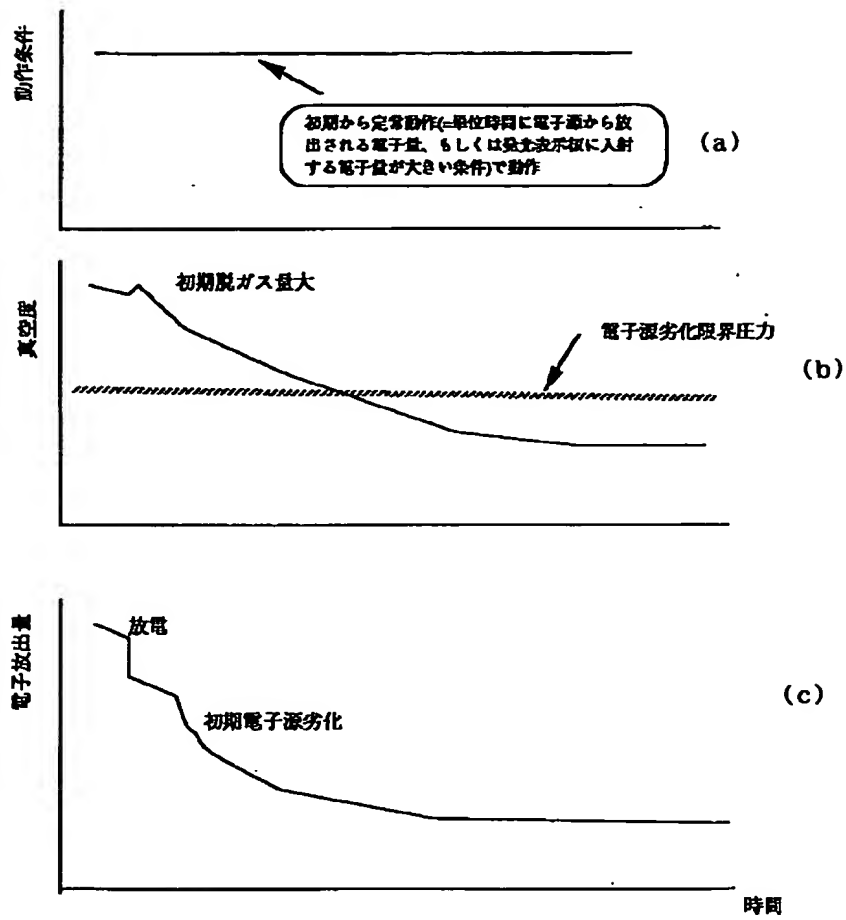
【図24】



【図28】

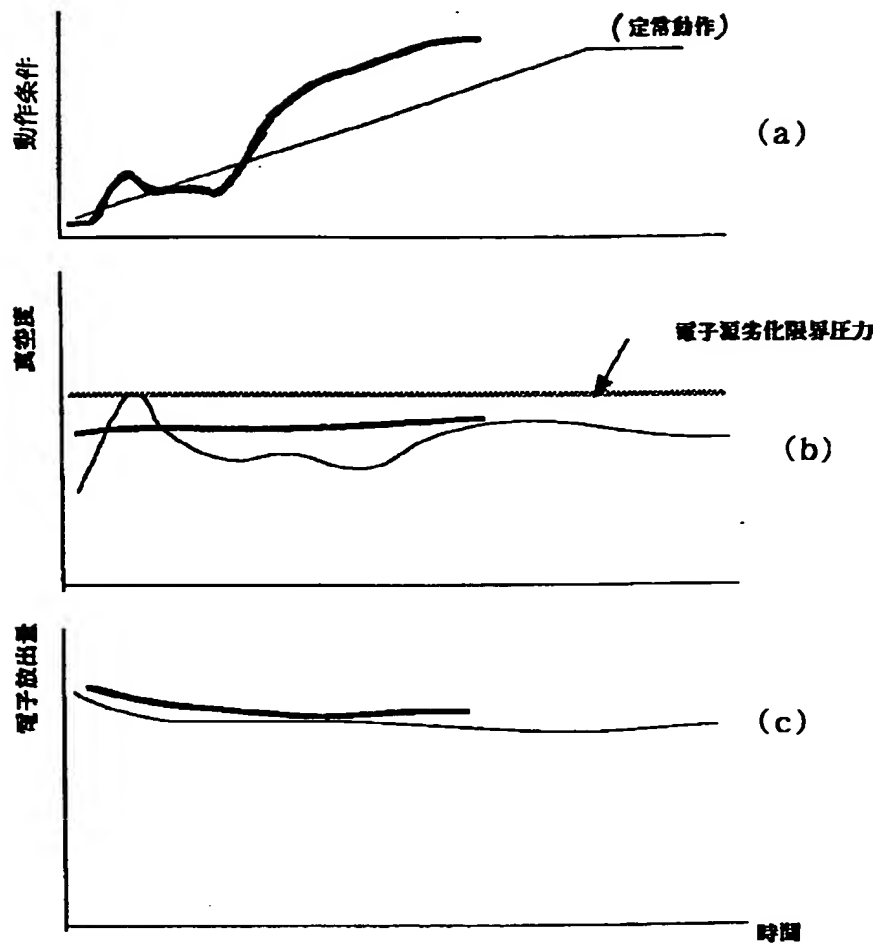


【図29】



従来のようにエージング工程を行う場合 ———

【図30】



あらかじめ設定した条件で行うエージング工程

真空度をもとに制御を行うエージング工程